

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

SCIENTIFIC JOURNAL OF NOVOSIBIRSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY



№ 1(50)/2019

NOVOSIBIRSK 2019

ВЕСТНИК

Новосибирского
государственного
аграрного
университета

Научный журнал

№ 1 (50)
январь – март 2019

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Выходит ежеквартально
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, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160, 1-й этаж,
журнал «Вестник Новосибирского
государственного аграрного
университета»
Телефоны: 8 (383) 264-23-62;
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., гл. 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)

Буджапов 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. научн. 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. научн. сотрудник, СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

Главендечик 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. научн. сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)

Добровольская Н.И. – д-р с.-х. наук, гл. научн. 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 сельскохозяйственных 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.П. – 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)

Поповский 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.*
Подписано в печать 27 марта 2019 г.
Формат 60 × 84 1/8. Объем 22,5 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2173.

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

SCIENTIFIC JOURNAL

of Novosibirsk

State
Agrarian
University

Scientific journal

No. 1(50)

January - March 2019

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

Journal
is published quarterly
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.,
SCIENTIFIC JOURNAL
of Novosibirsk State Agrarian University
Tel: 8 (383) 264-23-62;
Fax: 8 (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 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)

Beliaev 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. of 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)

Zhuchayev 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.*

Passed for printing on 27 March 2019.

Size is 60 × 84¹/₈. Volume contains 22,5 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times” is used. Order no. 2173.

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

АГРОНОМИЯ

Добротворская Н.И. Агроэкологическая типизация земель – необходимый этап в проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия	7
Елизаров Н.В., Ломова Т.Г., Устинов М.Т., Попов В.В. Действие агробиологической мелиорации на солевой профиль солонцов Восточной Барабы	18
Заболотских В.В., Наздрачев Я.П., Журик С.А. Влияние обработки почвы и предшественника на агрофизические показатели и урожайность яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана	26
Моторин А.С. Азотный режим торфяных почв Северного Зауралья	34
Николаев П.Н., Юсова О.А., Васюкевич В.С., Аниськов Н.И., Сафонова И.В. Адаптивный потенциал сортов овса селекции Омского аграрного научного центра	42
Соколов В.А., Чепуров А.А., Абдырахманова Э.А. Влияние сапропеля на количественные признаки, определяющие продуктивность кукурузы	52
Уланов А.К., Будажапов Л.В., Лапухин Т.П., Билтуев А.С., Содержание и качественный состав гумуса каштановой почвы в динамике многолетних рядов систематического применения удобрений	58

БИОЛОГИЯ

Веснина Л.В. Экосистема озера Кулундинское в период опреснения	68
---	----

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

Абилов А.И., Янчуков И.Н., Турбина И.С., Комбарова Н.А., Корнеенко-Жилыев Ю.А., Ермилов А.А. Распределение эякулятов по числу сперматозоидов у быков голштинской породы в возрасте 6-7 лет ...	78
Борцова М.С., Стацевич Л.Н., Коновалов Е.С. Влияние готового рациона на рост и развитие щенков ..	86
Булашев А.К., Сыздыкова А.С., Сураншиев Ж.А., Турсунов К.А., Ескендирова С.З. Изучение антигенности белков бруцелл в иммуноферментном анализе	92
Дементьев В.Н., Бекенёв В.А., Гарт В.В., Маренков В.Г., Незавитин А.Г. Мониторинг и реализация информационных ресурсов племенного свиноводства Западной Сибири	101
Жолойбеков А.Ж., Иргашев А.Ш., Оторова А.А., Асанова Э.И., Ишенбаева С.Н. Ларвальный (гидатидозный) эхинококкоз крупного рогатого скота: статистические исследования и диагностика ..	110
Зверева Г.К., Сыева С.Я., Карнаухова Н.А. Оценка состояния растительности на природных кормовых угодьях Горного Алтая	116
Лазарева М.В., Шкиль Н.А. Оценка влияния лекарственных веществ в сверхнизких концентрациях на опсонофагоцитарную реакцию нейтрофилов.....	126
Листков В.Ю., Петров А.Ф. Продуктивность бинарной травосмеси на основе люцерны в зависимости от фона минерального питания	133
Лыско С.Б., Портянко А.В., Задорожная М.В., Красиков А.П., Применение настойки прополиса для профилактики респираторных инфекций цыплят-бройлеров	139
Нургазиев Р.З., Нургазиева А.Р., Крутская Е.Д., Боронбаева А.И., Толубаева М.Т. Отработка оптимальных условий культивирования штамма вируса болезни Ньюкасла в развивающихся куриных эмбрионах	148
Раджабов Ф.М., Достов М.Т., Курбанов М.М. Эффективность использования высокобелковых кормовых добавок в рационах коров	153
Сиянова И.В. Монохроматическое освещение в птичнике	161
Трухина Т. И., Соловьева И. А., Бондаренко Г.А., Иванов Д.А. Особенности распределения личинок трихинелл в мышцах барсуков, обитающих на территории Амурской области.....	171
Хамируев Т.Н. Шерстная продуктивность и показатели качества шерсти у полугрубошерстных овец агинской породы зугалайского типа	177

AGRONOMY

Dobrotvorskaia N.I. Agroecological land typing as a necessary step in designing landscape farming systems	7
Elizarov N.V., Lomova T.G., Ustinov M.T., Popov V.V. Effect of agrobiological melioration on the salt profile of alkali soil in eastern Baraba district.	18
Zabolotskih V.V., Nazdrachev Ia.P., Zhurik S.A. The impact of soil tillage and forecrop on agricultural physical parameters and crop yield of spring wheat in the northern part of Kazakhstan	26
Motorin A.S. Nitrogen regime of peat soil in northern part of Trans-Urals zone	34
Nikolaev P.N., Iusova O.A., Vasiukevich V.S., Aniskov N.I., Safonova I.V. Adaptive capacities of oats varieties of Omsk agricultural research centre selection	42
Sokolov V.A., Chepurov A.A., Abdyrakhmanova E.A. Impact of sapropel on the quantitative parameters of corn productivity.	52
Ulanov A.K., Budazhapov L.V., Lapukhin T.P., Biltuev A.S. Qualitative concentration of humus of chestnut soils considering many-year fertilizing	58

BIOLOGY

Vesnina L.V. Ecosystem of Kulundinskoe lake in the period of demineralization	68
--	----

VETERINARY SCIENCE AND LIVESTOCK FARMING

Abilov A.I., Ianchukov I.N., Turbina I.S., Kombarova N.A., Korneenko-Zhiliaev Iu.A., Ermilov A.A. Distribution of ejaculates according to the number of spermatozoa in Holstein bulls aged 6-7	78
Bortsova M.S., Statsevich L.N., Konovalov E.S. Impact of prepared diet on the growth and development of puppies	86
Bulashev A.K., Syzdykova A.S., Suranshiev Zh.A., Tursunov K.A., Eskendirova S.Z. Antigenity of brucell proteins in the ELISA test.....	92
Dementiev V.N., Bekenev V.A., Gart V.V., Marenkov V.G., Nezavitin A.G. Monitoring and implementation of information resources in pedigree pig breeding in Western Siberia	101
Zholoibekov A.Zh., Irgashev A.Sh., Otorova A.A., Asanova E.I., Ishenbaeva S.N. Larval echinococcosis of the cattle: statistic research and diagnostics	110
Zvereva G.K., Syeva S.Ia., Karnaukhova N.A. Estimation of vegetation on the forage lands of Gornyy Altai	116
Lazareva M.V., Shkil N.A. Impact of ultimately low concentrations of medicines on the opsonocytaphagic response of neutrophils	126
Listkov V.Iu., Petrov A.F. Productivity of medic binar grass mixture in relation to mineral nutrition	133
Lysko S.B., Portianko A.V., Zadorozhnaya M.V., Krasikov A.P. Application of propolis tincture to prevent infections of broilers	139
Nurgaziev R.Z., Nurgazieva A.R., Krutskaya E.D., Boronbaeva A.I., Tolubaeva M.T. Appropriate conditions for cultivating the strain of Newcastle disease virus in the developing hen embryos.	148
Radzhabov F.M., Dostov M.T., Kurbanov M.M. Efficiency of high-protein feed additives in the cows diet	153
Siianova I.V. Monochromatic lighting in the poultry house	161
Trukhina T.I., Solovieva I.A., Bondarenko G.A., Ivanov D.A. Peculiarities of Trichinella larvae distribution in badgers' muscles that inhabit in Amur region	171
Khamiruev T.N. Woollen productivity and wool quality indicators in the semi-coarse-wooled sheep of Zugalay-type Aginsky breed	177

АГРОНОМИЯ

УДК 631.58: 631.44.065

DOI:10.31677/2072-6724-2019-50-1-7-17

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ – НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП
В ПРОЕКТИРОВАНИИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ
СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**^{1,2} Н. И. Добротворская, доктор сельскохозяйственных наук¹Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий РАН, п. Краснообск
Новосибирской обл., Россия²Сибирский государственный университет геосистем
и технологий, Новосибирск, Россия
E-mail: dobrotvorskaya@mail.ru**Ключевые слова:** агроэкологическая оценка, компоненты ландшафта, структура почвенного покрова (СПП), типы земель, системы земледелия

Реферат. В статье представлены данные по агроэкологической оценке и типизации земель на примере ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области. Особенность настоящей методики заключается в решении двух задач. Первая - типологическая – осуществляется на основе сопряженного анализа триединства: экологические условия территории хозяйства, агропритребования сельскохозяйственных культур, и агротехнологии; вторая – топологическая: границы территориальных выделов типов земель совпадают с границами геохимических позиций или местоположений, которые, в свою очередь, диагностируются по внешним признакам элементов рельефа и почвенным контурам. Агроэкологическая типизация земель включает в себя группировку земель и их картографирование. В качестве критерия для группировки земель используется сходство факторов, лимитирующих урожайность определенных типов сельскохозяйственных культур и применение тех или иных технологических приемов. Для выделения типов земель на местности предлагается использовать морфометрические параметры структуры почвенного покрова участка: коэффициент расчлененности почвенных ареалов, коэффициент контрастности, коэффициент сложности и коэффициент неоднородности почвенного покрова. Количественным показателем однотипности агроэкологических условий в пределах рабочего участка является снижение коэффициента контрастности. Эффективность данного приема подтверждается экономическими параметрами. Цифровое картографирование и количественный анализ морфометрических параметров почвенного покрова осуществлялись с использованием программного обеспечения MapInfo Professional.

AGROECOLOGICAL LAND TYPING AS A NECESSARY STEP IN DESIGNING LANDSCAPE FARMING SYSTEMS

^{1,2} Dobrotvorskaia N.I., Doctor of Agricultural Sc.

¹Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnology RAS, Krasnoobsk, Russia

²Siberian State University of Geosystems and Technology, Novosibirsk, Russia

Key words: agroecological assessment, landscape components, soil structure (SS), types of lands, farming systems.

Abstract. *The paper highlights the data on agroecological assessment and land typing on the example of farm "Kremlin" located in Kochenevo district of Novosibirsk region. This method aims at solving two problems. The first problem deals with typing and it is carried out on the basis of the associated analysis of triunity which implies environmental conditions of the area, agricultural crops, and agricultural technology; the second problem deals with topology: the boundaries of spatial plots of land types coincide with the boundaries of geochemical positions, which are characterized by external features of the relief elements and soil contours. Agroecological land typing includes grouping of lands and their mapping. The criterion for land grouping is seen in similarity of factors that restrict certain crop yields and application of certain technological methods. The authors suggest to use morphometric parameters of the soil mantle for identifying land types: average number of permeable intervals in the section of soil areal, contrast ratio, complexity coefficient and soil cover heterogeneity coefficient. A quantitative parameter of agroecological conditions similarity within the plot is lower contrast ratio. The efficiency of this method is confirmed by economic parameters. Digital mapping and quantitative analysis of morphometric soil mantle parameters was carried out by means of MapInfo Professional software.*

Изменившиеся социально-экономические, технологические и экологические условия в стране обуславливают необходимость новых подходов к планированию производства в конкретных сельскохозяйственных предприятиях. Как показывает практика сельскохозяйственного производства, в Новосибирской области за последние 10 лет ясно проявляется тенденция к более высокому уровню организации производства, насыщению его наукоемкими технологиями, высокоинтеллектуальной сельскохозяйственной техникой, снабженной навигационными электронными системами с автоматизированным управлением. Технические и технологические достижения обеспечивают возможность более глубокой адаптации растениеводства в условиях высокой вариабельности продуктивности земель.

Земли как объект производства характеризуются значительной пространственной изменчивостью, пестротой, мелкоконтурностью почвенного покрова, совместным распространением почв, резко различных по плодородию

и технологическим свойствам. В данной ситуации на территории сельхозпредприятия становится необходимой глубоко дифференцированная оценка агроэкологических условий как начальный элемент проектирования индивидуальных подходов (систем земледелия, агротехнологий, отдельных приемов) к использованию земель. Конечным итогом агроэкологической оценки является типизация земель, или разделение их на территории предприятия таким образом, чтобы каждый тип земель со своей внутренней неоднородностью плодородия почв и технологических условий выступал тем не менее выступал как единый объект использования и применения одинаковых агроприемов. Такая типизация земель требует разработки целой системы оценки всех компонентов местного ландшафта: климата и его трансформации в местных условиях, рельефа, литологических условий, почвенного покрова и его пространственной неоднородности, растительного покрова и его состояния.

Многофакторность, необходимость структуризации большого объема разнородных данных обуславливает применение современного инструментария обработки пространственно распределенных данных – ГИС-технологий, а именно цифровой картографии.

Таким образом, рациональное, экономически эффективное и экологически целесообразное использование земель в современном понимании с применением высоких технологий предусматривает обязательное проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия, базовым элементом которых является агроэкологическая типизация земель в конкретном хозяйстве.

Целью исследований являлось обоснование методологии и методов агроэкологической оценки и типизации земель для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в хозяйствах Новосибирской области на территории Приобского плато и в Барабинской низменности. В данной статье приводятся результаты, полученные для ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области.

Методологической основой исследований в области агроэкологической типизации земель являются концепция адаптивно-ландшафтного земледелия, предложенная В.И. Кирюшиным [1, 2], методы агроэкологической оценки и типологии земель, разработанные Н.П. Сорокиной [3-5], теория структуры почвенного покрова В.М. Фридланда [6] и Я.М. Годельмана [7], методические подходы к изучению геохимии ландшафта [8, 9], к использованию информационно-справочных систем для оптимизации землепользования [10].

Для проведения исследований использовались методы почвенно-ландшафтного картографирования и цифровой картографии [11, 12]. Исходным материалом служили почвенная карта М 1:25000, карта рельефа мест-

ности и план землеустройства хозяйства на бумажном носителе. Векторизация этих карт и создание новых тематических карт, в частности карты агроэкологических типов земель, а также расчеты, связанные с определением морфометрических характеристик почвенных ареалов, осуществлялись с использованием программного пакета MapInfo Professional.

В настоящее время представляется весьма эффективной привязка новых методических подходов к оценке региональных природных систем на основе преемственности в использовании фондовых материалов и тех методов исследований, которые были накоплены в науке ранее.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Методологические подходы в системе агроэкологической оценки и типизации земель. В 70–80-е годы разработка зональных систем земледелия опиралась на агропроизводственные группировки почв, основанные на объединении почв в группы по общности их физико-химических, агрохимических свойств, сходству уровня плодородия. Однако на территориях со сложным мозаичным покровом, характерным практически для всего земледельческого пояса Западной Сибири, такие группировки часто не соответствовали реальному распространению почв в пространстве. При выделении на местности в составе агропроизводственных групп оказывались мелкоконтурные пятна контрастных почв, уровень плодородия которых был гораздо ниже окружающего фона. Кроме того, зачастую наличие таких контуров отрицательно влияло на эффективность технологических приемов на массиве в целом. Несовершенство агропроизводственных группировок связано с недоучетом других компонентов ландшафта, таких как рельеф и особенно микрорельеф, близость грунтовых вод к поверхности почвы, литологическая неоднородность почв и др. В настоящее время существенным фактором дифференциации земель по плодородию стала история

полей, отражающая степень антропогенного изменения почв: эрозионной деградации или, напротив, повышения плодородия вследствие интенсивных удобрительных или мелиоративных мероприятий.

Появление новых агротехнологий и бурное развитие технических средств сделало возможным более дифференцированный подход к процессу выращивания сельскохозяйственных культур, основанный не столько на уровне плодородия почв, сколько на устранении факторов, лимитирующих урожайность тех или иных культур. На этом положении основана группировка участков земли, однотипных по лимитирующему фактору, иными словами, агроэкологическая типизация земель.

Понятие «земли» более широкое, чем понятие «почвы». Кроме природного содержания, включающего почвенно-ландшафтную оценку местоположения, оно включает в себя и производственно-экономический аспект, а именно: характеристику системы хозяйствования в целом, характера использования почвенного покрова, системы земледелия, наконец, агротехнических приемов. Поэтому задача агроэкологической типизации земель состоит из двух подзадач: первой, *типологической* – это группировка видов земель по сходству ландшафтных условий, общности агроэкологических требований сельскохозяйственных культур, экологических факторов, лимитирующих урожайность, и агротехнических приемов их преодоления; второй, *топологической* – это выявление границ различных типов земель на местности, или картографирование типов земель хозяйства.

Типология земель в системе их агроэкологической оценки. Если специализация хозяйства в целом определяется биоклиматическим потенциалом территории, то способ использования имеющегося природного ресурса земель в значительной степени зависит от местных условий конкретного землепользования. Разнообразие производственных условий идентифицируется перечнем факторов, лимитирующих тот или иной вид производства в рамках специализации, определенной биоклиматическим потенциалом территории. С точки зрения

возможностей преодоления лимитирующие факторы делятся на управляемые – обеспеченность почв элементами минерального питания; регулируемые – реакция среды, окислительно-восстановительное состояние, содержание обменного натрия, засоленность, мощность пахотного слоя; ограниченно регулируемые – неоднородность почвенного покрова, связанная с микрорельефом, сложение, структурное состояние почвы, водный и тепловой режимы, содержание гумуса; нерегулируемые – гранулометрический и минералогический состав почв, глубина залегания коренных пород, рельеф, погодные условия [1, 2, 5].

Особое место в ряду лимитирующих факторов занимает неоднородность почвенного покрова участка, обуславливающая контрастность почвенных свойств и сложную конфигурацию полей. В случае высокой комплексности черноземных или лугово-черноземных почв с солодами или иными типами почв, ухудшающих качество участка, реальная площадь земель, благоприятных для выращивания сельскохозяйственных культур, гораздо меньше суммарной площади благоприятных почв. Морфометрические показатели структуры почвенного покрова (коэффициенты расчлененности, сложности, контрастности) в определенной степени отражают распределение почвенной неоднородности по местоположениям, что помогает выделять типы земель на местности и способствует адаптации производства сельскохозяйственных культур к конкретным условиям каждого рабочего участка. В этом случае термин «типы неоднородности почвенного покрова» является синонимом термина «типы земель».

В условиях равнинной лесостепи Западной Сибири распределение почвенных неоднородностей теснейшим образом связано с гидротермическим режимом местоположений или элементов рельефа. Известно, что климатические ресурсы при наличии микроклиматической неоднородности на близких расстояниях могут изменяться сильнее, чем при переходе из одной климатической зоны в другую. Так, различия в температуре почвы на глубине 20 см

могут превышать широтный градиент в 3–5 раз [13]. Неровности земной поверхности уже сами по себе создают сложную картину распределения метеорологических элементов, определяя особенности местного климата и микроклимата [14].

Перераспределение атмосферных осадков по элементам рельефа в сочетании с воздействием грунтовых вод сопряжено с закономерным пространственным изменением важнейшего из агрономических свойств земель – их увлажнения. Недостаток или избыток почвенной влаги сопровождается проявлением сопутствующих почвенных процессов, зачастую негативных с точки зрения земледелия: глееобразованием, повышенной кислотностью, щелочностью, засолением, осолонцеванием, осолодением. Эти процессы обуславливают появление таких свойств, которые мы называем агрономическими лимитирующими факторами, например: систематически сниженное количество продуктивной влаги, ухудшение структуры почвы и образование корки на поверхности пашни, вымерзание и вымокание озимых культур, поздние сроки физического поспевания почвы к весенней обработке, токсичность почвенного раствора и т.д. В рамках концепции адаптивно-ландшафтного земледелия этот уровень задачи решается подбором определенного набора культур или их сортов, выбором типа севооборота.

С другой стороны, различные по генезису почвы могут иметь сходный лимитирующий фактор, например: слитность карбонатных почв и повышенная плотность солонцеватых почв. Данные ухудшающие качество земель факторы преодолеваются одним и тем же приемом основной обработки почвы – глубоким безотвальным рыхлением, следовательно, по данному признаку разные по классификационной принадлежности почвы могут быть отнесены к одному агроэкологическому типу земель.

Таким образом, методика агроэкологической типизации земель основана на сопряженном анализе трех групп факторов: 1) агроэкологических требований растений; 2) экологических условий конкретной территории и факторов, лимитирующих урожайность сельхозкультур; 3) соответствующ-

щих им приемов земледелия. Для отнесения участка к тому или иному типу земель имеет значение также степень проявления лимитирующего фактора.

Топологическая задача заключается в выявлении границ различных типов земель, а следовательно, применения различных агротехнических приемов и, возможно, систем земледелия в целом, на местности, или картографировании типов земель хозяйства.

В реальной ситуации практически любое производственное поле, особенно при больших размерах, включает в себя ареалы почв, относящихся к разным классификационным видам, родам и даже почвенным типам. В связи с этим наименьшей таксономической единицей в классификации земель должна быть не наименьшая классификационная почвенная единица, а наименьший *топологический выдел*, характеризующийся минимальной степенью неоднородности. В качестве такого выдела в разные годы предлагались «местоположение», «фация» [8], «элементарный почвенный сельскохозяйственный ареал» [6], которые характеризовались комплексом ландшафтных условий, и, прежде всего, привязкой к определенному элементу мезорельефа с присущими ему внутренней почвенной неоднородностью и особенностями геохимического массоэнергообмена. С точки зрения производства каждый такой выдел должен быть однороден агротехнологически. В концепции адаптивно-ландшафтного земледелия В.И. Кирюшиным [1] предложен термин «элементарный ареал агроландшафта», или ЭАА, который характеризует топологический выдел низшей таксономической ступени в классификации земель – вид земель. Границы ЭАА идентифицируются по границам крупного элементарного почвенного ареала (ЭПА) или элементарной почвенной структуры (ЭПС). Объединение видов земель в однородные по типу использования и агротехнологий массивы (типы земель) осуществляется на основе сходства лимитирующих факторов. Для производственных участков со сложными почвенными комбинациями лимитирующий фактор определяется по компонентам с худшими агроэкологическими условиями.

Таким образом, границы территориальных выделов типов земель совпадают с границами элементарных ареалов агроландшафтов, дифференцируемых по доминированию одного или комплекса взаимообусловленных геохимических процессов и приуроченных к определенным элементам мезорельефа, которые, в свою очередь, диагностируются по характеристикам кривизны поверхности и присущим им почвенным структурам.

Результаты агроэкологической оценки и типизации земель на примере ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области. ОПХ «Кремлевское» расположено в западной части Приобского плато, переходной к Барабинской низменности. В связи с этим почвенный покров исследуемой территории включает в себя спектр почв от ав-

томорфных – черноземов выщелоченных – до гидроморфных заболоченных и засоленных.

Землеустройство 60–80-х годов, основанное на инженерно-экономических принципах, слабо учитывало ландшафтные особенности территории хозяйств. Следствием этого является часто встречающееся явление, при котором в пределах одного производственного поля оказались почвенные ареалы, различающиеся на высоком таксономическом уровне, вплоть до типа с существенными различиями физико-химических и агрохимических свойств почв (рис. 1А, 1Б).

Большое количество почвенных ареалов в пределах поля с различающимися свойствами обусловило высокие значения коэффициентов контрастности и неоднородности (табл. 1). Однако если площадь данного поля ограничить в пределах ареалов чернозема вы-

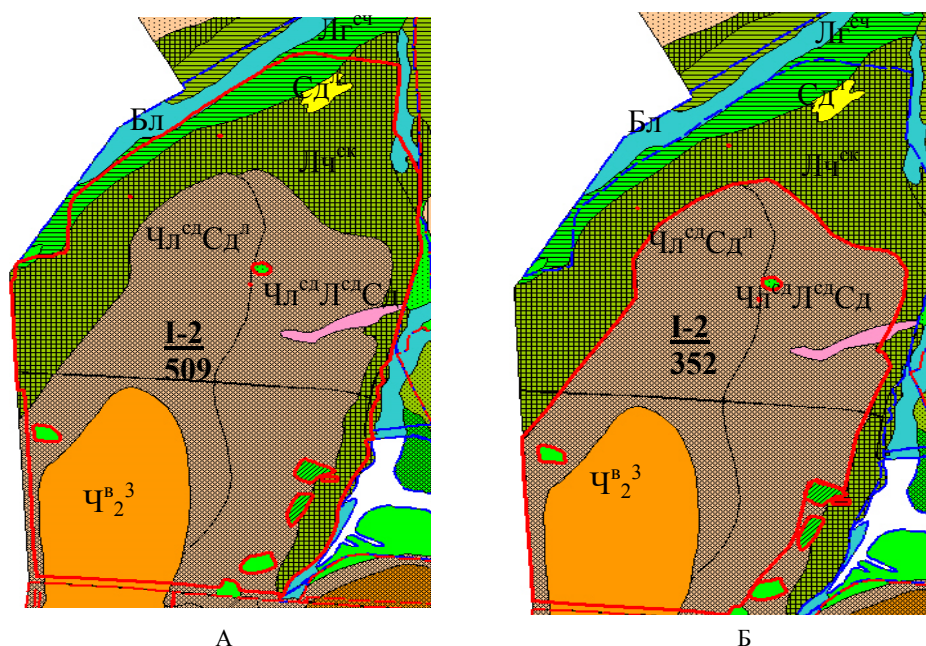


Рис. 1. Фрагмент почвенной карты и плана землеустройства ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области в пакете MapInfo Professional: А) исходный вариант границ поля; Б) адаптивный на основе характеристик СПП.

Условные обозначения: — граница севооборотного поля; $\frac{1-2}{509}$ – в числителе номер севооборотного поля, в знаменателе – площадь, га. Индексы почв: $Ч^2_3$ – чернозем выщелоченный среднетяжелый среднего гумусового содержания; $Чл^{12}Сд^1$ – комплекс лугово-черноземной осолодевшей почвы с солодой луговой с долей участия до 10%; $Чл^{12}Лч^{12}Сд^1$ – комплекс лугово-черноземной осолодевшей почвы с серой лесной осолодевшей и солодой луговой; $Лч^{12}$ – черноземно-луговая солончаковатая; $Лг^{12}$ – луговая солончаковатая; $Лг^{12}$ – луговая солонцеватая; $Сд^1$ – солода луговая; Бл – лугово-болотная

A part of the soil map and land management plan of farm “Kremlevskoe” in Kochenevo district of Novosibirsk region in MapInfo Professional: A) initial data of field boundaries, B) adaptive plan based on SS characteristics

Identification marks: — crop rotation field boundary; $\frac{1-2}{509}$ – nominator the number of crop rotation field; denominator – area, ha. Soil indexes: $Ч^2_3$ – medium leached chernozem of average humus concentration, $Чл^{12}Сд^1$ – complex of meadow and chernozem solodic soil with meadow solod up to 10%, $Чл^{12}Лч^{12}Сд^1$ – complex of meadow and chernozem solodic soil with grey forest solodic and meadow solod, $Лч^{12}$ – chernozem and meadow solonetz, $Лг^{12}$ – meadow saline, $Лг^{12}$ – meadow solonetz, $Сд^1$ – meadow solod, Бл – meadow and bog

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей неоднородности почвенного покрова в зависимости от конфигурации участка

Comparative characteristics of soil mantle inhomogeneity in relation to plot configurations

Тип почвенной комбинации	Площадь, га	Число почвенных контуров	КР	КК	КС	КН
С участием засоленных почв (исходный вариант границ поля)	509	66	3,1	10,3	0,4	4,1
Без участия засоленных почв (адаптивный вариант на основе СПП)	352	63	3,4	4,6	0,6	2,8

Примечание: КР – коэффициент расчлененности почвенного ареала; КК и КС – коэффициент контрастности и коэффициент сложности почвенного покрова на заданной площади; КН – коэффициент неоднородности – характеристика, интегрирующая показатели контрастности почвенных свойств и геометрической сложности почвенного покрова.

AN – average number of permeable intervals in the section of soil areal; CR and CC – contrast ration and complexity coefficient of soil mantle at the plot; IC – inhomogeneity coefficient – characteristics that integrates parameters of soil contrast ratio and geometric complexity of soil mantle

щелоченного $Ч_2^3$ и комплексов лугово-черноземных почв с серыми лесными и солодами луговыми $Чл^{сд}Сд^л$ и $Чл^{сд}Л^{сд}Сд^л$, то контрастность почвенного покрова существенно снизится. Площадь поля в этом случае уменьшится от 509 до 352 га (см. рис. 1Б).

На основе ранее проведенных исследований была разработана агроэкологическая типология земель Приобского плато, в которой в единой генетико-геохимической системе выделено 5 агроэкологических групп земель: плакорные (автоморфные), эрозионные, переувлажненные, солонцовые, засоленные [15]. Типы земель выделяются по степени проявления ведущего признака, определяющей тип использования и агротехнологии, или по сочетанию нескольких из них, например, переувлажнение почв часто сопровождается усилением проявления солонцеватости и засоления (рис. 2, табл. 2).

На автоморфных землях, представленных черноземами выщелоченными и обыкновенными и их неконтрастными комплексами с серыми лесными с долей участия до 10%, урожайность сельскохозяйственных культур лимитируется погодными условиями – фактором, который в настоящее время относится к нерегулируемым. Вторым важнейшим фактором является дефицит азота и частично фосфора, но обеспеченность растений элементами питания является управляемым фактором и реализуется за счет применения системы удобрений [16–18].

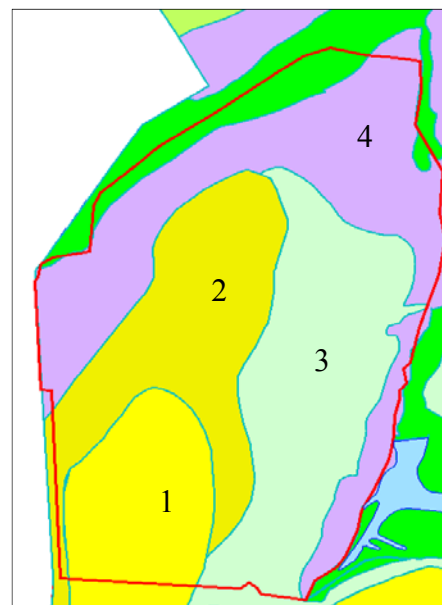


Рис. 2. Карта агроэкологических типов земель в ОПХ «Кремлевское» (фрагмент). Условные обозначения:

- 1 – автоморфные; 2 – слабопереувлажненные;
3 – среднереувлажненные; 4 – солончаковатые
и солончаковые переувлажненные

Map of agroecological types of land at farm «Kremlevskoe» (a part) Identification marks:

- 1 – automorphic lands, 2 – slightly overmoistened lands,
3 – medium overmoistened lands, 4 – solonchak-like soil lands
and solonchak overmoistened lands

На слабо- и среднереувлажненных землях наличие солодей луговых, расположенных, как правило, в замкнутых западинах и занимающих в первом случае 10%, во втором – 25% площади, приводит к задержке начала посевных работ, которая может составлять 10–14 дней [19, 20]. Кроме того, мощность гумусового слоя солодей луговых составля-

Таблица 2

Агроэкологические типы земель ОПХ «Кремлевское» Коченевского района (фрагмент)
 Agroecological types of lands in "Kremlevskoe" farm of Kochenevo district of Novosibirsk region (a part)

Группы земель	Типы земель	Элемент рельефа	Доминирующие почвенные комбинации	Лимитирующие факторы	Рекомендуемые типы севооборотов	Система основной обработки почвы	Возможные пути интенсификации
Плакорные	1. Автоморфные	Вершины увалов и повышенные плоские пространства	Чв-ЧвЛ 2 ^{эл} (10), Чо ^{эл} -ЧоЛ 2 ^{эл} (10)	Быстрое обесструктурирование пахотного слоя, ранневесенний дефицит азота и фосфатов	Пашня, зернопаровые севообороты, продовольственная пшеница, озимая рожь	Чередование разных видов обработки	Возможен отказ от энергоемких видов обработки, гербициды, удобрения
Переувлажненные	2. Слабопереувлажненные	Средние части склонов, плоские слабоклонные поверхности с микрорельефом	Чл ^{эл} *Сд ^н (10) + Сд ^н +Лч	Неоднородность по мощности гумусового горизонта и срокам наступления физической спелости	Пашня, зернопаровые севообороты, продовольственное зерно, зернофураж	Глубокая безотвальная обработка	Комбинированные посевные агрегаты, химизация
	3. Среднепереувлажненные	Нижние части склонов собирающей формы, вторая приозерная терраса	Чл ^{эл} *Л 2 ^{эл} Сд ^н (25) + Сд ^н +Лч	Кратковременное переувлажнение, неоднородность по мощности гумусового горизонта и срокам поступления почв	Пашня, зернопаровые севообороты, раннеспелые сорта, зернофураж, многолетние травы	Глубокая безотвальная обработка	Комбинированные посевные агрегаты, химизация
Засоленные	4. Солончаковые и солончаковые переувлажненные	Нижние части склонов, пониженные равнины	Лч ^{эл} +Лч ^{эл} +Лг ^{эл} +Сд ^н	Периодическое переувлажнение почв, умеренная токсичность почвенного раствора	Пашня, кормовые севообороты, многолетние солевостойчивые травы	Глубокая безотвальная обработка	Комбинированные посевные агрегаты, химизация

Примечания. 1. Нумерация типов земель приведена в соответствии с нумерацией на рис. 2.

2. Чв-ЧвЛ 2^{эл} (10) – вариация чернозема выщелоченного с серой лесной почвой с долей участия до 10%; Чо^{эл}-ЧоЛ 2^{эл} (10) – вариация чернозема обыкновенного осолоделого и комплекса чернозема выщелоченного с серой лесной почвой до 10%; Чл^{эл}*Л 2^{эл}Сд^н (25) + Сд^н+Лч – сочетание комплекса лугово-черноземных почв осолоделых и карбонатных, серой лесной осолоделой и солонди луговой до 25 %, с ареалами солонди луговых и черноземно-луговых почв; Лч^{эл}+Лч^{эл}+Лг^{эл}+Сд^н – сочетание черноземно-луговых солончаковых и солончаковых с луговыми осолоделыми и солонди луговыми.

Note 1. Numeration of the lands types is reviewed in accordance with the numeration in Figure 2

2. Чв-ЧвЛ2^{эл}(10) - variant of leached chernozem and complex of leached chernozem with grey forest soil up to 10%; Чол-Чол2^{эл}(10) – variant of solodic chernozem and complex of solodic chernozem with grey forest soil up to 10%; Чл^{эл}*Л2^{эл}Сд^н(25) + Сд^н+Лч – combination of solodic and carbonate meadow and chernozem soils, grey forest soil and meadow solod up to 25%, with reals of meadow solods and chernozem and meadow solonchak-like and solonchak soils with solodic meadow and meadow solods

Таблица 3

**Сравнительная характеристика экономических показателей при разных способах использования
производственного поля I-2/509**

Comparative characteristics of economic parameters when using the field in different ways I-2/509

Варианты использования		Площадь, га	Урожайность при экстенсивном уровне производства, т/га	Затраты на объем работ, тыс. руб.	Рентабельность, %
А	Пшеница	509	1,6	2930,7	36
	Пшеница	352	2,1	2018,6	64
Б	Многолетние травы	157	2,9	244,1	

ет 12–15 см, обработка их с оборотом пласта на глубину более 15 см приводит к извлечению на поверхность нижележащего практически безгумусного слоя. Это существенным образом увеличивает пестроту почвенного покрова и последующее неоднородное состояние агроценоза. Здесь снижение затрат будет осуществляться приемами адаптации технологий, в частности подбором раннеспелых культур с более коротким периодом вегетации, использованием комбинированных посевных агрегатов, отказом от использования отвальной вспашки при обработке почвы.

На засоленных землях требуется принципиально иная система земледелия. Это преимущественно кормовые севообороты с соответствующей системой основной обработки почв и в целом системой производства кормовых культур.

В соответствии со схемой агроэкологических типов земель на исследуемом поле I-2/509 выведенная из зернопарового севооборота площадь 157 га относится к типу засоленных земель, где главным лимитирующим фактором является частое переувлажнение почв и токсичность почвенного раствора. Целесообразно использование ее в кормовом севообороте с многолетними солеустойчивыми травами (см. табл. 2).

Расчет экономических характеристик, проведенный для двух вариантов использования, показал, что дифференцированное использование земель на данном массиве, несмотря на снижение площади под полевыми культурами и, соответственно, снижение валового сбора урожая, имеет преимущества перед использованием всей площади данного поля (509 га) в зернопаровом севообороте,

как это предусмотрено в зональной системе земледелия, разработанной для хозяйства в ЗапСибНИИГипрозем в 1984 г. Изменение экономических характеристик в лучшую сторону обусловлено существенным снижением затрат за счет замены части производства пшеницы на выращивание многолетних трав (табл. 3).

Таким образом, повышение эффективности земледелия во многих хозяйствах, расположенных на территориях со сложным почвенным покровом, возможно уже на этапе корректировки землеустройства. Адаптация сельскохозяйственных культур, способов обработки почвы, а также всех других модулей системы земледелия к особенностям почвенного покрова, рельефа и микрорельефа, литологических условий основана на агроэкологической оценке и типизации земель хозяйства, проведенной на новой методологической и методической основе с учетом динамики социально-экономических, экологических и технологических условий.

ВЫВОДЫ

1. Агроэкологическая оценка и типизация земель являются необходимым предварительным этапом при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

2. Методологической основой агроэкологической типизации земель является исследование не только почвенного покрова, но и всех других компонентов агроландшафта: рельефа и микрорельефа, глубины залегания грунтовых вод и др., выявление лимитирующего фактора.

3. В качестве количественного критерия агроэкологической типизации земель могут использоваться морфометрические параметры структуры почвенного покрова. адаптированных к агроэкологическим условиям типов земель, повышается при снижении коэффициента контрастности почвенного покрова.
4. Экономическая эффективность выращивания сельскохозяйственных культур, покровов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. – М., 1993. – 64 с.
2. Сорокина Н.П. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт. – М., 2006. – 166 с.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
4. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.
5. Глазовская М.А. Геохимические аспекты типологии и методика исследования природных ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1964. – 229 с.
6. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.
7. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ. – Курск, 2002. – 118 с.
8. Сорокина Н.П., Козлов Д.Н. Методы цифровой почвенной картографии в задачах агроэкологической оценки земель // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. – С. 140–154.
9. Романова Е.Н., Мосолова Г.И., Береснева И.А. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 245 с.
10. Агроэкологическая оценка и типизация земель как базовый элемент проектирования адаптивно-ландшафтного земледелия. – ГНУ Сиб. НИИ земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2011. – 55 с.
11. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 2013. – 790 с.
12. Эффективность удобрения азотом яровой пшеницы и ячменя в лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, И.Н. Шарков, В.Н. Шоба, С.А. Колбин // Земледелие. – 2015. – №1. – С. 25–27.
13. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск: Изд-во ФГОУ МПО ОмГАУ, 2006. – 396 с.
14. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Влияние микрорельефа на распределение запасов нитратного азота удобрений и продуктивность яровой пшеницы в лесостепи Приобья // Вестн. НГАУ. – 2012. – №2(23). – С. 12–16.
15. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Группировка агроландшафтов лесостепи Приобья с использованием ГИС на примере ключевого участка // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: в 5 т. Т. 2: Изучение и мониторинг процессов в почвах и водных объектах. – М.: Изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» в содружестве с Акад. почв. плодородия Митчерлиха (МИТАК), Паулиненуэ, Германия, 2018. – С. 60–64.

REFERENCES

1. Kiryushin V.I. *Kontseptsiya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya* (The concept of adaptive landscape farming), Pushchino, 1993, 64 p.
2. Sorokina N.P. *Metodologiya sostavleniya krupnomasshtabnykh agroekologicheskikh orientirovannykh pochvennykh kart* (Methodology for compiling large-scale agro-ecologically oriented soil maps), Moscow, 2006. 166 p.
3. *Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii* (Agroecological land assessment, design of adaptive-landscape farming systems and agrotechnologies), Moscow: FGNU Rosinformagrotekh, 2005, 784 p.

4. Fridland V.M. *Struktura pochvennogo pokrova* (The Structure of Soil Cover), Moscow: Mysl', 1972, 423 p.
5. Glazovskaya M.A. *Geokhimicheskie aspekty tipologii i metodika issledovaniya prirodnikh landshaftov* (Geochemical aspects of the typology and methods of studying natural landscapes, Moscow: Izd-vo MGU, 1964, 229 p.
6. Perel'man A.I. *Geokhimiya landshaftov* (Landscape Geochemistry), Moscow: Vysshaya shkola, 1975, 341 p.
7. *Informatsionno- spravochnye sistemy po optimizatsii zemlepol'zovaniya v usloviyakh TsChZ* (Information and reference systems for optimizing land use in conditions of TsChZ), Kursk, 2002, 118 p.
8. Sorokina N.P., Kozlov D.N. In: *Tsifrovaya pochvennaya kartografiya: teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya* (Digital soil cartography: theoretical and experimental studies), Moscow: Pochvennyi in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2012, ch. 3, pp. 140-154.
9. Romanova E.N. Mosolova G.I., Beresneva I.A. *Mikroklimatologiya i ee znachenie dlya sel'skogo khozyaistva* (Microclimatology and its importance for agriculture), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983, 245 p.
10. *Agroekologicheskaya otsenka i tipizatsiya zemel' kak bazovyi element proektirovaniya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya* (Agroecological assessment and land typing as a basic element of the design of adaptive-landscape agriculture), Novosibirsk: GNU Sib. nauch.-issl. in-t zemledeliya i khimizatsii sel. khoz-va, 2011, 55 p.
11. Gamzikov G.P. *Agrokhimiya azota v agrotsenozakh* (Agrochemistry of nitrogen in agrocenoses), Novosibirsk: RASKhN, 2013, 790 p.
12. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Shoba V.N., Kolbin S.A. *Zemledelie*, 2015, No. 1, pp. 25-27. (In Russ.)
13. Kholmov V.G., Yushkevich L.V. *Intensifikatsiya i resursoberezhenie v zemledelie lesostepi Zapadnoi Sibiri* (Intensification and resource saving in agriculture of the forest-steppe of Western Siberia), Omsk: Izd-vo FGOU MPO OmGAU, 2006, 396 p.
14. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. *Vestnik NGAU*, 2012, No. 23(2), pp. 12-16. (In Russ.)
15. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. In: *Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri* (New methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia, vol.2), Moscow: Izd-vo FGBNU VNII agrokhimii v sodruzhestve s Akademiei pochvennogo plodorodiya Mitcherlikha (MITAK), Paulinenaue, Germaniya, 2018, Vol. 2, pp. 60-64.

ДЕЙСТВИЕ АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ НА СОЛЕВОЙ ПРОФИЛЬ СОЛОНЦОВ ВОСТОЧНОЙ БАРАБЫ

^{1,2}Н.В. Елизаров, кандидат биологических наук

³Т.Г. Ломова, кандидат сельскохозяйственных наук

¹М.Т. Устинов, кандидат биологических наук

¹В.В. Попов, соискатель

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
Новосибирск, Россия

²Сибирский НИИ земледелия и химизации СФНЦА
РАН, пос. Краснообск Новосибирской обл., Россия

³Сибирский НИИ кормов СФНЦА РАН, пос. Краснообск Новосибирской обл., Россия
E-mail: elizarov_89@mail.ru

Ключевые слова: солонцы, Барабинская низменность, агробиологическая мелиорация, фитомелиорация, водная вытяжка, сумма солей, солевой профиль, севообороты, зональность

Реферат. В Новосибирской области на долю солонцов приходится до 21,7% от общей площади, или 3686,2 тыс. га. В Барабинской низменности и Северной Кулунде солонцы составляют основу сельскохозяйственных угодий, так как не образуют сплошных массивов, а залегают мелкими пятнами среди зональных почв (чернозёмов, лугово-чернозёмных и чернозёмно-луговых почв). Несмотря на огромные площади, они обеспечивают всего 20–25% всех потребностей животноводства в кормах, что, прежде всего, связано с низкой продуктивностью в естественном состоянии (1,0–3,0 ц/га сухой массы в степи и 3,0–5,0 ц/га в лесостепи). Для повышения продуктивности комплексов с солонцами необходимо усовершенствовать дифференцированные агротехнологии, основанные на различных приёмах мелиорации – химической, агротехнической, фитомелиорации с соблюдением адаптивно-ландшафтных систем земледелия, способствующих поддержанию плодородия и стабильной урожайности сельскохозяйственных культур. В основе агробиологической мелиорации лежит послойная обработка почвы, проводимая один раз за ротацию, которая включает фрезерование или дискование верхнего надсолонцового горизонта с последующим глубоким безотвальным рыхлением, а также введение в севооборот засухо-, соле-, солонцеустойчивых однолетних и многолетних трав, способных извлекать из почвы легкорастворимые соли и зольные элементы. Результаты исследований указывают на несомненную эффективность агробиологической мелиорации солонцов Барабинской низменности. Выявлено снижение общей суммы солей по профилю почв. В частности, уменьшилось содержание карбонатов и гидрокарбонатов, что указывает на уменьшение роли соды в почвообразовании. Зафиксировано изменение величины pH под действием мелиорации с 9,1 (в целинном варианте) до 8,1–8,5. Применение послойной обработки почвы в совокупности с введением в севооборот культур-фитомелиорантов привело к увеличению плодородия солонцов и приближению показателей их химических свойств к значениям зональной почвы.

**EFFECT OF AGROBIOLOGICAL MELIORATION ON THE SALT PROFILE
OF ALKALI SOIL IN EASTERN BARABA DISTRICT**

^{1,2}Elizarov N.V., Candidate of Biology³Lomova T.G., Candidate of Agriculture¹Ustinov M.T., Candidate of Biology¹Popov V.V., PhD-student¹Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry SD RAS, Novosibirsk, Russia²Siberian research Institute of Farming and Chemicalization of Siberian Research Centre of
Agricultural Biotechnologies RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia³ Siberian research Institute of Fodders of Siberian Research Centre of Agricultural Biotechnologies
RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

Key words: solonetz soils, Barabinsk lowland, agrobiological melioration, phytomelioration, water extraction, total salts, salt profile, crop rotation, zonality.

Abstract. The solonetz soil cover 21.7 % of Novosibirsk Region, or 3 686.2 thousand hectares. In the Barabinsk lowland and northern Kulunda, solonetz soil is seen as agricultural land, as it doesn't make solid massifs, but occur as small spots among zonal soils (black soils, meadow-black soils and black earth-meadow soils). Regardless the vast area, solonetz soils fulfil 20 - 25 % only of the needs of the livestock industry, which is caused by low productivity in the natural state (1.0 - 3.0 c/ha of dry matter in the steppe and 3.0 - 5.0 c/ha in the forest steppe). The authors outline the necessity to increase solonetz complexes fertility and therefore improve precision technologies of farming based on various methods of land reclamation such as chemical, agrotechnical and phytomelioration with adaptive-landscape farming systems that preserve soil fertility and crop yields. Agrobiological reclamation is based on layer-by-layer soil treatment performed once per rotation. This treatment includes milling or distillation of the upper solonetz layer with further deep nonmoldboard loosening, as well as application of dry resistant, salt resistant and solonetz resistant annual and perennial grasses into the crop rotation. These grasses extract easily soluble salts and ash elements from the soil. The research results show the effect of agrobiological melioration on solonetz soils of the Barabinsk lowland. The authors observed the decrease in the number of salts in the soil profile. Particularly, the number of carbonates and hydrocarbons decreased; that indicates slight effect of soda in the soil formation. The researchers observed variation in pH from 9.1 (in virgin variant) to 8.1 – 8.5 influenced by reclamation. Graded tillage and phytomeliorants applied in the crop rotation resulted in higher fertility of saline soils and their chemical parameters equal to the values of zone soil.

Солонцы лесостепной зоны Западной Сибири обладают высокими запасами питательных веществ и являются потенциально плодородными почвами [1], но в то же время в естественном состоянии имеют низкую продуктивность – 3,0–5,0 ц/га сухой массы трав. Это объясняется их плохими химическими и физическими свойствами. Широкое распространение солонцов и характерное расположение их пятнами в массивах зональных плодородных почв не позволяют полностью вывести их из сельскохозяйственного производства. Для повышения продуктивности солонцов в пашне применялась химическая мелиорация, теорети-

ческую основу которой заложил К.К. Гедройц [2]. Гипс и другие соединения кальция вносились на значительных территориях Западной Сибири. Химическая мелиорация повысила плодородие солонцов на длительное время, но, учитывая тяжелое финансовое состояние сельских предприятий, требуются другие подходы к решению солонцового вопроса. Необходимы эффективные технологии освоения солонцов, не требующие таких больших финансовых вложений, как химическая мелиорация.

Для улучшения солонцов в условиях недостаточного увлажнения использовалось глубокое безотвальное рыхление, применя-

емое Т.С. Малыцевым [3] на черноземных столбчатых солонцах. При таком способе обработки на поверхности почвы сохраняется плодородный гумусовый горизонт, а плотный солонцовый горизонт разрыхляется без выворачивания его на поверхность, создаются более благоприятные условия для развития растений, так как улучшаются водный и воздушный почвенные режимы [4].

И.И. Загребяев и Т.А. Вагина [5] в Западной Сибири на степных комплексных солонцовых и пойменных засоленных солонцово-солончаковых почвах применяли поверхностную обработку почвы фрезой, дисками и мелкую перепахку с подсевом трав и использованием удобрений. Урожай сена в опытах повысился почти на 50 %, что говорит об эффективности поверхностного улучшения естественных кормовых угодий, которое дешевле и доступнее коренного, т.е. химической мелиорации.

В процессах почвообразования большую роль играет растительность. Злаковые и бобовые растения способны рассолять засоленные почвы. На солонцах жизнедеятельность растений может приводить к смене галогенного процесса почвообразования на дерновый. Это достигается путем превышения процессов биологического выноса солей над процессами засоления. Переход от солянок и полыней на солонцах к бобовым и злаковым травам сопровождается перераспределением солей и зольных элементов, в частности, кальция. Накопление кальция в верхних горизонтах почвы неизбежно ведет к вытеснению натрия и рассолению солонцов. Такая биологическая трансформация в условиях Западной Сибири приводит к образованию лугово-черноземных почв различной степени солонцеватости и солончаковатости [6]. Этот процесс в естественных условиях может длиться веками, а в искусственных – сокращается до нескольких десятков лет. Поэтому для рассоления почвы рекомендовано также выращивание солевывносливых и натриефильных культурных растений, которые будут вытягивать соли из почвенного профиля, а человек использовать эти растения для хозяйственных нужд [7].

Таким образом, для рассоления солонцовых почв необходимо активизировать процесс биологической трансформации, правильно подобрав культуры, которые должны быть соле- и засухоустойчивы, а также активно участвовать в процессах биологической аккумуляции, т.е. нужно заменить целинную солонцовую растительность на бобовую и злаковую либо использовать типичную флору, не оставляя на поле ничего после уборки урожая.

По оценкам исследователей, большое значение для мелиорации солонцовых почв имеет белый и желтый донник, так как его мощные корни проникают в почву на большую глубину, при разложении образуют дрены и обогащают почвенный профиль кальцием и азотом. Донник имеет большую ценность и как сельскохозяйственная культура, производит высокий урожай и в первый, и во второй годы жизни [8].

Кроме донника, исследователи рекомендуют вводить в кормовые севообороты просо кормовое, суданку, овес, горох, люцерну и коострец безостый, хорошо зарекомендовавшие себя в лесостепной зоне Барабинской низменности [9].

В качестве альтернативы химической мелиорации для комплексов солонцовых почв с преобладанием мелких и средних солонцов был разработан агробиологический метод мелиорации солонцов, сочетающий выращивание сельскохозяйственных культур-фитомелиорантов с использованием технологии послойной обработки, позволяющей повысить продуктивность сельскохозяйственных культур в 5 раз и более [9]. Послойная обработка почвы включает в себя фрезерование верхнего надсолонцового горизонта на глубину 8–10 см в 1–2 следа или дискование тяжелыми дисковыми боронами в 2–3 следа, а затем глубокое безотвальное рыхление на глубину 30–35 см стойками СибИМЭ или солонцовым рыхлителем РСН-2,9.

Агробиологическая мелиорация абсолютно экологически безопасна, тогда как применение некоторых химических мелиорантов (отходы промышленного производства) сопряжено с риском загрязнения окружающей

среды при нарушениях правил хранения, неправильном расчете доз мелиоранта и т.д. Одно из главных преимуществ агробиологической мелиорации в том, что она не требует больших финансовых вложений.

Цель исследований – оценить действие агробиологической мелиорации на солевой профиль солонцов Барабинской низменности.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в северной лесостепи Барабинской низменности (Чановский район Новосибирской области). Экспериментальные площадки расположены на малонатриевом солонце 55.388739° с.ш. и 76.927461° в.д. на полях стационара СФНЦА РАН СибНИИ кормов. Опыт заложен под руководством М.Д. Константинова в 1987 г. на комплексных солонцовых почвах. Растительность на целине представлена тонконогом стройным (*Coeleria gracilis* P.), овсяницей валисской (*Festuca valesiaca*), морковником обыкновенным (*Silaum silaus*), пыреем ползучим (*Elytrigia repens*). Проективное покрытие – 70%.

Солонец целинный характеризуется следующими морфологическими признаками:

А – 0–4 см. Дернина, темно-серый, сухой, порошистый, сильно пронизан корнями растений.

В – 4–23 см. Темнее предыдущего, плотный, тяжелосуглинистый, призматической структуры, по граням структурных отдельностей – глянцевые корочки.

ВС – 23–45 см. Желто-бурый, уплотненный, тяжелосуглинистый, вскипает с 28 см.

С – 45–120 см. Желто-бурый, сухой.

Грунтовые воды находятся на глубине 400 см. По составу солей водной вытяжки мелкие солонцы сульфатно-содового засоления. Содержание гумуса 6,45%. По составу поглощенных оснований солонец многонатриевый.

Почвообразующие породы представлены палево-светло-бурыми опесчаненными карбонатными незасоленными средними суглинками с преобладанием фракции мелкого пе-

ска и очень низким содержанием пылеватых фракций.

Севообороты были составлены из солей и солонцеустойчивых однолетних и многолетних трав, зарекомендовавших себя в лесостепной зоне Барабинской низменности. Однолетние травы: просо Кормовое 45, овес Краснообский, горох Омский 7; многолетние: донник Альшеевский, люцерна Омская 8893, костреч безостый СибНИИСХоз-189.

Нами были проанализированы профили почв в следующих вариантах: бессменный пар – контроль; солонец мелкий на целине, зональная (фоновая) лугово-черноземная слабосолонцеватая почва и севооборот, включающий культуры-фитомелиоранты. Схема севооборота: просо + донник – донник 2-го года жизни – овес (зернофураж) – многолетние травы + донник – донник 2-го года жизни + многолетние травы – многолетние травы 2-го и 3-го года жизни.

Площадь делянок 200 м², повторность четырёхкратная, размещение рендомизированное.

Образцы почв отбирали в осенний период, по генетическим горизонтам до 100 см, далее через каждые 20 см почвенным буром до грунтовых вод.

Лабораторные исследования ионного состава водной вытяжки (соотношение «почва : вода» 1 : 5) и величины pH водной вытяжки выполнены по общепринятым методикам [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно классификации почв по степени засоления [11], исследуемые почвы в исходном состоянии сильно засолены (сумма солей более 0,5% в условиях содового и содово-сульфатного химизма засоления). Мелиорированный вариант существенно отличается от целинного по содержанию солей в профиле (рис. 1). Запасы солей в слое 0–20 см в мелиорированном варианте приблизились к фоновой почве (0,05%), тогда как в контроле и в целинном солонце были выше (0,15 и 0,20% соответственно). Общий запас солей в профиле почвы

(0–100 см) снизился под действием фитомелиоративных севооборотов и применения агротехнических приемов.

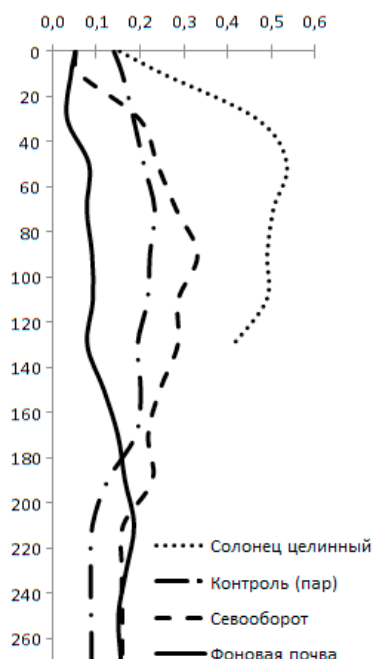


Рис. 1. Распределение запасов солей в профиле почв в 2016 г., ммоль-экв/100 г почвы
Distribution of salt layers in the soil profile in 2016, mmol-eq/100 g of soil

В контрольном варианте под действием только агротехнических приемов (бессменный пар) количество солей в слое 0–40 см снизилось незначительно, тогда как в слое 40–100 см наблюдались резкие отличия по сравнению с целинным солонцом.

Под влиянием агробиологической мелиорации солонцов под севооборотом изменилось распределение солей по профилю – солевой максимум в мелиорированном варианте находился на глубине 80–100 см, тогда как в целинном варианте в слое 40–60 см.

Из полученных данных видно, что с течением времени изменялись запасы солей и в мелиорированном варианте, и в контроле (рис. 2). Уже после первой ротации севооборота солевой профиль мелиорированного солонца резко отличался от целинного варианта. Причиной резкого изменения солевого профиля послужило механическое разрушение солонцового горизонта, произошедшее вследствие агротехнических обработок и последующего промывания солей атмосферны-

ми осадками. После второй, третьей и четвертой ротации севооборота сумма солей в слое 0–20 см изменялась незначительно и была существенно ниже, чем в целинном варианте. Следует отметить, что в слое 30–100 см запасы солей сначала понижались и достигли минимума в 2005 г., а к 2016 г. (по-видимому, под влиянием подтягивания солей из нижележащих слоев) выросли и приблизились по значениям к бессменному пару (контрольному варианту).

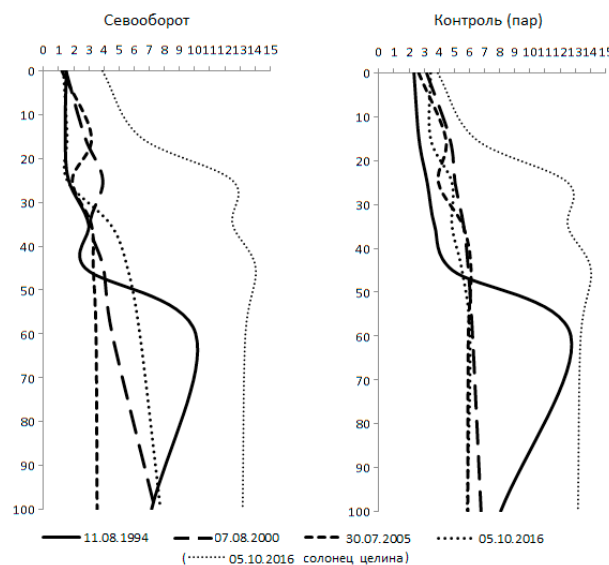


Рис. 2. Динамика суммы солей в мелиорированном варианте и в пару, ммоль-экв/100 г почвы (данные 1994–2005 гг. Т.Г. Ломовой [12])

Dynamics of total salt in meliorated soil and steamed soil, mmol-eq/100 g of soil (data of 1994 – 2005 according to Lomovaya T.G. [12])

В варианте бессменного пара происходили похожие изменения: сумма солей под действием агротехнических обработок уменьшилась и стабилизировалась на уровне ниже, чем в целине, но выше, чем в севообороте.

Засоление почв не только создает высокое осмотическое давление, вызывая физиологическую сухость почвы и потерю влаги растениями, но и сами водорастворимые соли негативно воздействуют на развитие сельскохозяйственных культур. Самое высокое токсическое действие оказывает нормальная (Na_2CO_3) и углекислая (NaHCO_3) сода, которая к тому же подщелачивает почвенную среду (pH 9,0 и более). Поэтому содержанию карбонатов (CO_3^{2-}) и гидрокарбонатов (HCO_3^-)

в профиле почв следует уделять особое внимание.

Как видно из рис. 3, содержание гидрокарбонатов в профиле мелиорированного солонца резко отличается от солонца на целине и от контрольного варианта.

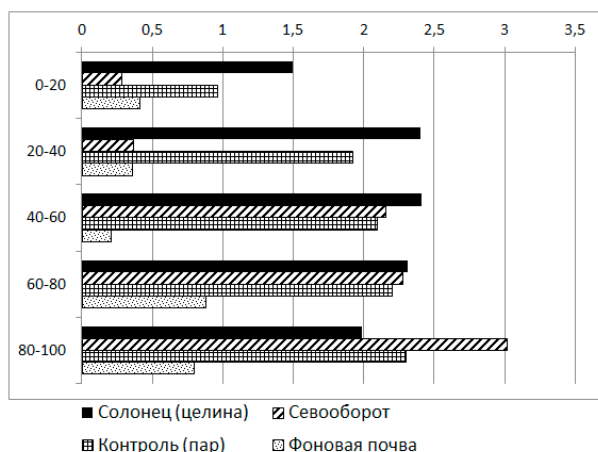


Рис. 3. Содержание гидрокарбонат-ионов (HCO_3^-) в профиле почв
Concentration of ionic hydrocarbons (HCO_3^-) in the soil profile

В слоях 0–20 и 20–40 см под фитомелиоративным севооборотом количество гидрокарбонатов снизилось до значений, характер-

ных для фоновой почвы, что объясняется не только агротехническими обработками, как в контроле, но и действием культур-фитомелиорантов. В контроле также наблюдалось снижение содержания гидрокарбонатов, но оно не было таким резким. Одновременно с этим выявлено увеличение количества гидрокарбонат-ионов в слое 80–100 см, что связано с их выщелачиванием вниз по профилю под влиянием безотвальных обработок. На глубине 40–80 см существенных различий между мелиорированным солонцом, целиной и контролем не выявлено.

Положительные изменения химических свойств солонцов подтверждаются и данными по содержанию карбонатов в их профиле (рис. 4). В солонце мелиорированном карбонат-ион зафиксирован на глубине 60–100 см, в то время как на целине и в контроле обнаруживался уже с 40 см.

Действие агробиологической мелиорации проявилось также в изменении общей реакции среды. В целинном варианте величина pH изменялась от 7,0 в слое 0–20 см до 9,11 в слое 40–60 см. В мелиорированном варианте и в контроле величина pH изменялась

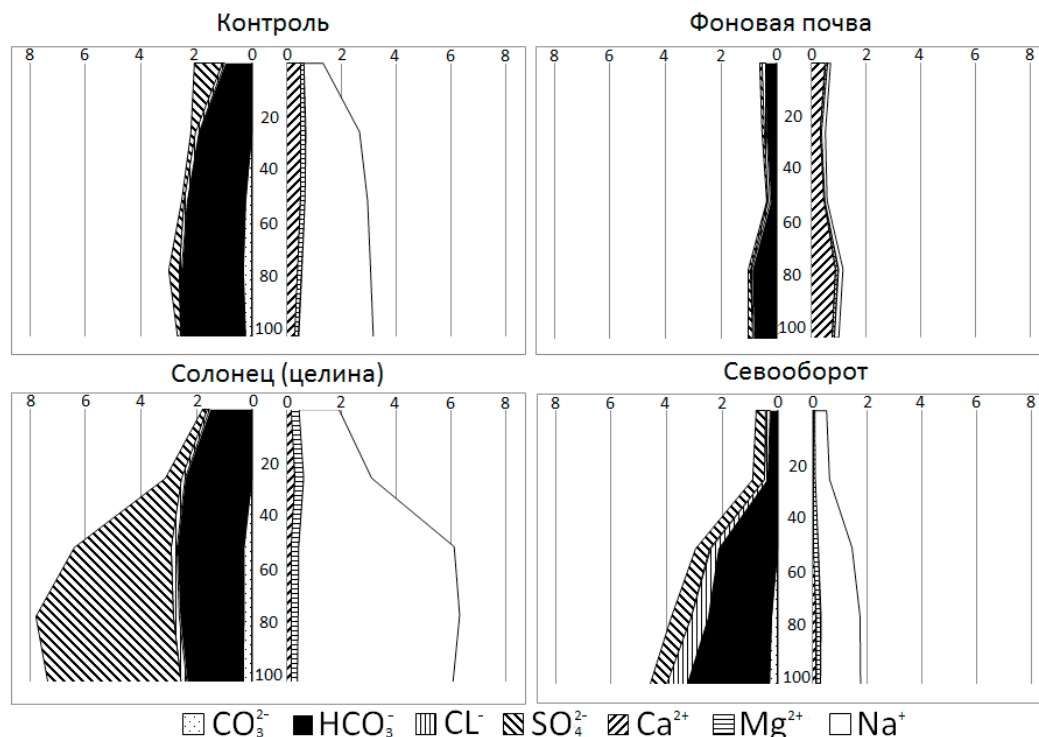


Рис. 4. Солевой профиль изучаемых почв, ммоль-экв/100 г почвы (2016 г.)
Saline profile of the explored soils, mmol-eq/100 g of soil (2016 г.)

Изменение величины pH по профилю почв
Changes of pH according to soil profile

Глубина, см	Целина (солонец)	Контроль (бессменный пар)	Севооборот	Лугово-черноземная слабосолонцеватая
0–20	7,00	7,57	6,15	5,70
20–40	8,78	7,84	8,25	6,00
40–60	9,11	8,03	8,68	7,72
60–80	8,95	8,33	8,81	7,80
80–100	8,90	8,48	8,53	8,05
100–120	8,85	8,50	8,47	8,12
120–140	8,77	8,12	8,30	8,24
140–160	Не опр.	8,08	8,08	8,28
160–180	«	8,29	7,94	8,08
180–200	«	7,98	8,10	8,27
200–220	«	7,78	7,98	8,20
220–240	«	7,65	7,63	8,25
240–260	«	7,58	7,50	8,26

в пределах 6,15–8,81 (таблица). Данное снижение щелочности объясняется изменением солевого профиля почвы, в частности, снижением содержания гидрокарбонатов под действием растений-мелиорантов и агротехнических обработок.

ВЫВОДЫ

1. Использование послонной обработки почвы в сочетании с выращиванием сельскохозяйственных культур-фитомелиорантов

привело к уменьшению суммы водорастворимых солей в профиле исследованных почв. В частности, снизилось содержание токсичных гидрокарбонат-ионов. Зафиксировано уменьшение щелочности почвы под фитомелиоративным севооборотом.

2. Под действием агробиологической мелиорации пахотный слой почвы (0–20 см) рассолился и приблизился по своим химическим свойствам к значениям зональной лугово-черноземной слабосолонцеватой почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические аспекты химической мелиорации солонцов Западной Сибири. – Новосибирск, 2005. – 156 с.
2. Гедройц К.К. Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация // Избр. соч. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1955. – Т. 3. – С. 299–355.
3. Мальцев Т.С. Система безотвального земледелия. – М.: Агропромиздат, 1988. – 116 с.
4. Мигуцкий А.С. Пути освоения и повышения плодородия солонцовых почв Западной Сибири. – М.; Целиноград: Колос, 1986. – 152 с.
5. Загребаяев И.И., Вагина Т.А. Улучшение сенокосов и пастбищ Барабы. – Новосибирск: Кн. изд-во, 1954. – 14 с.
6. Орловский Н.В. Основные моменты в использовании и улучшении солонцовых и солончаковых почв Западной Сибири // Химизация соц. земледелия. – 1937. – № 6. – С. 1–4.
7. Алёшин С.Н. К теории образования солонцов и их биологической мелиорации // Изв. ТСХА. – 1965. – Вып. 4. – С. 28–35.
8. Молоканов В.А. Агротехнические основы возделывания донника желтого на солонцах Барабинской низменности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 1975. – 27 с.

9. Константинов М.Д. Агробιοιογический метод мелиорации солонцов Южного Урала и Западной Сибири. – Новосибирск, 2000. – 360 с.
10. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 687 с.
11. Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 1972. – Вып. 5. – С. 36–40.
12. Константинов М.Д., Ломова Т.Г., Кухарь М.А. Фитомелиоративные луговые севообороты на солонцовых почвах Западной Сибири // Рос. акад. с.-х. наук. Сиб. регион. отд-ние. Сиб. НИИ кормов. – Новосибирск, 2011. – 104 с.

REFERENCES

1. Semendjaeva N. V., Dobrotvorskaja N. I. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty himicheskoj melioracii soloncov Zapadnoj Sibiri* (Theoretical and practical aspects of chemical melioration of solonetz soils in Western Siberia), Novosibirsk, 2005, 156 p.
2. Gedrojc K. K. *Soloncy, ih proishozhdenie, svojstva i melioracija* (Solonetz, their origin, properties and melioration), Moscow, 1955, pp. 299–355.
3. Mal'cev T. S. *Sistema bezotval'nogo zemledelija* (The system of organic farming), Moscow, 1988, 116 p.
4. Miguckij A. S. *Puti osvoenija i povyshenija plodorodija soloncovyh pochv Zapadnoj Sibiri* (Ways of development and increase of fertility of solonetz soils of Western Siberia), Moscow, Celinograd, Kolos, 1986, 152 p.
5. Zagrebaev I. I., Vagina T. A. *Uluchshenie senokosov i pastbishh Baraby* (Improvement of hayfields and pastures of Baraba), Novosibirsk, 1954, 14 p.
6. Orlovskij N. V. Osnovnye momenty v ispol'zovanii i uluchshenii soloncovyh i solonchakovyh pochv Zapadnoj Sibiri, *Himizacija soc. Zemledelija*, 1937, No. 6, pp. 1–4. (In Russ.)
7. Aljoshin S. N. K teorii obrazovanija soloncov i ih biologicheskoy melioracii, *Izv. TSHA*, Issue 4, 1965, pp. 28–35. (In Russ.)
8. Molokanov V. A. *Agrotehnicheskie osnovy vozdeľyvanija donnika zheltogo na soloncah Barabinskoj nizmennosti* (Agrotechnical bases of cultivation of sweet clover yellow on solonetz soils of the Barabinsk lowland), Extended abstract of candidate's thesis, Novosibirsk, 1975, 27 p.
9. Konstantinov M. D. *Agrobiologicheskij metod melioracii soloncov Juzhnogo Urala i Zapadnoj Sibiri* (Agrobiological method of melioration of solonetz soils of the Southern Urals and Western Siberia), Novosibirsk, 2000, 360 p.
10. Mineev V. G. *Praktikum po agrohimii* (Workshop on agrochemistry), Moscow, Izd-vo MGU, 2001, 687 p.
11. Bazilevich N. I., Pankova E. I. Opyt klassifikacii pochv po sodержaniju toksichnyh solej i ionov, *Bjul. Pochv. in-ta im. V. V. Dokuchaeva*, 1972, Issue 5, pp. 36–40. (In Russ.)
12. Konstantinov M. D., Lomova T. G., Kuchar' M. A. *Fitomeliorativnye lugovye sevooboroty na soloncovyh pochvah Zapadnoj Sibiri* (Phytomeliorative meadow crop rotations on solonetz soils of Western Siberia), Novosibirsk, 2011, 104 p.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПРЕДШЕСТВЕННИКА НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

В. В. Заболотских, кандидат сельскохозяйственных наук
Я. П. Наздрачев, аспирант
С. А. Журик, магистр

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева», Шортанды, Казахстан
E-mail: zabolotskih_vladimir@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, обработка почвы, продуктивная влага, структурное состояние почвы, плотность почвы, предшественник, No-till

Реферат. Исследования проводили в 2010–2016 гг. на чернозёме южном карбонатном Акмолинской области в двух пятипольных севооборотах. Схема опыта включала следующие варианты обработки почвы: глубокая плоскорезная ПГ-3–5 (на глубину 25–27 см), мелкая плоскорезная КПШ-9 (на 10–12 см), щелевание ЩР-4,5 (на 25–27 см) и вариант No-till. Максимальные запасы влаги в слое почвы 0–100 см за 7 лет наблюдались в вариантах с глубокой плоскорезной обработкой и щелеванием: соответственно по пару – 115,6 и 112,6, по гороху – 108,5 и 105,4 мм. Минимальное количество влаги (80,4 мм) было отмечено в варианте No-till в плодосменном севообороте. Плотность пахотного слоя почвы чернозёма южного карбонатного перед посевом яровой пшеницы соответствовала оптимальным значениям. Так, в вариантах с механическими обработками плотность пахотного слоя колебалась от 1,23 до 1,26 г/см³, в варианте No-till составляла 1,31 г/см³. Содержание ценных агрегатов в вариантах с глубокими и мелкими механическими обработками было в пределах 70,9–75,6 %, в то же время при отсутствии механической обработки почвы (No-till) данный показатель снижался до 64,5–61,5 %. Урожайность яровой пшеницы, высеваемой по пару, изменялась в пределах 1,70–1,82 т/га и не зависела от варианта обработки почвы. В сравнении с паром возделывание пшеницы после гороха снизило сбор зерна, независимо от обработки почвы, на 0,12–0,27 т/га. В вариантах с механической обработкой почвы отсутствовали достоверные различия в урожайности между первой и второй культурами зернопарового севооборота. В системе No-till отмечено достоверное снижение урожайности пшеницы на 0,24 т/га.

THE IMPACT OF SOIL TILLAGE AND FORECROP ON AGRICULTURAL PHYSICAL PARAMETERS AND CROP YIELD OF SPRING WHEAT IN THE NORTHERN PART OF KAZAKHSTAN

Zabolotskih V.V., Candidate of Agriculture
Nazdrachev Ia.P., PhD-student
Zhurik S.A., MSc-student

A.I. Barayev research and production centre for grain farming
Shortandy, Kazakhstan

Key words: spring wheat, soil tillage, fertile moisture, structural soil status, soil density, forecrop, No-till.

Abstract. The research was carried out on the carbonate black soil of Akmola region in two five-field crop rotations in 2010-2016. The scheme of the experiment included the following ways of soil tillage: deep flat-cutting DF-3-5 (at a depth of 25-27 cm), surface flat-cutting KPSSH-9 (at 10-12 cm),

para ploughing SHR-4.5 (at 25-27 cm) and No-till. The researchers observed the highest moisture reserves in the soil layer of 0-100 cm for 7 years in the variants with deep flat-cutting tillage and para ploughing: 115.6 and 112.6 on steam, 108.5 and 105.4 mm on pea. The lowest amount of moisture (80.4 mm) was observed in No-till treatment. The density of the arable soil layer of the southern carbonate black soil before spring wheat sowing corresponded to the appropriate values. When experiencing mechanical treatment, the density of arable layer varied from 1.23 to 1.26 g/cm³; in No-till variant it was 1.31 g/cm³. The concentration of valuables in the variants with deep and surface mechanical tillage varied within 70.9-75.6%, when No-till method was applied, the parameter reduced to 64.5 - 61.5%. The yields of spring wheat sown on steam varied within 1.70 - 1.82 t/ha and did not depend on the soil tillage. Regardless the soil treatment, cultivation of wheat after peas reduced grain harvest on 0.12 - 0.27 t/ha in comparison with steam variant. The authors didn't observe reliable differences in the crop yield between the first and second crops of grain-steamed crop rotation when applying mechanical soil tillage. In the No-till system there was a reliable decrease in wheat yield on 0.24 t/ha.

Обработка почвы в системе земледелия рассматривается как мощный фактор воздействия на свойства почвы и почвенные режимы, одновременно решая задачи разуплотнения пахотного слоя и борьбы с сорняками [1, 2]. Повсеместное ориентирование современного производства на ресурсосбережение и экологизацию снижает роль обработки как регулятора почвенного плодородия [3, 4]. Частично функции обработки почвы выполняются благодаря правильному построению севооборотов, а также расширению набора культур в структуре полеводства – диверсификации [5].

Возможность минимизации обработки почвы или полный переход на No-till зависит от зоны возделывания, типа почвы, её гранулометрического и минералогического состава, а также склонности к переуплотнению. Известно, что для каждой культуры существует оптимальный диапазон плотности сложения почвы, за пределами которого резко снижается продуктивность [6]. Поэтому для рентабельного ведения хозяйства необходим рациональный выбор технологии обработки почвы под каждую культуру севооборота [7–9].

Цель исследований – изучить влияние технологии обработки почвы и предшественника на агрофизические показатели почвы и продуктивность яровой пшеницы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях засушливой степи, на территории землепользования Научно-производственного центра зернового хозяйства имени А.И. Бараева (50°64'N; 71°02'E), в течение семи лет (2010–2016 гг.) проводилось изучение длительного применения различных технологий обработки почвы на продуктивность яровой пшеницы. Почва – чернозем южный карбонатный тяжелосуглинистого гранулометрического состава с содержанием гумуса 3,6, валового азота – 0,2 и валового фосфора – 0,1%. На полевом стационаре лаборатории точного земледелия изучалось влияние приемов обработки на динамику запасов в почве продуктивной влаги, её структурное состояние, плотность пахотного слоя, урожайность яровой пшеницы. Схема опыта включала следующие варианты обработки почвы: глубокая плоскорезная ПГ-3–5 (на глубину 25–27 см), мелкая плоскорезная КПШ-9 (на 10–12 см), щелевание ЩР-4,5 (на 25–27 см) и вариант No-till, введенный в стационар с 2004 г. Исследования проводились в двух пятипольных севооборотах: зернопаровом (пар – пшеница – пшеница – рапс – пшеница) и плодосменном (горох – пшеница – пшеница – рапс – пшеница). В опытах высевалась яровая мягкая пшеница сорта Акмола 2, агротехника в опыте – общепринятая для зоны проведения исследований. Все наблюдения проводились согласно методике полевых и лабораторных

исследований [10]. Полученные данные были статистически обработаны с применением пакета программ SNEDECOR.

Регион исследований относится к зоне рискованного земледелия и отличается значительными колебаниями как количества атмосферных осадков, так и показателей температурного режима. Период исследований охватил всё разнообразие метеорологических

условий и их воздействий на урожайность изучаемой культуры. Характеристика основных метеорологических показателей периода исследований представлена в табл. 1.

Анализ гидротермических условий показывает, что за период исследований два года были острожасушливыми (2010 и 2012 гг.), три (2013–2015 гг.) – близки к среднегодовым значениям и два (2011 и 2016 гг.)

Таблица 1

Метеорологические условия в период проведения исследований
Meteorological conditions in the period of experiment and research

Сельскохозяйственный год (сентябрь–август)	Сумма атмосферных осадков за год, мм	Сумма атмосферных осадков за вегетационный период*, мм	Средняя температура воздуха за вегетационный период, °C	Сумма температур выше 0 °C	ГТК за вегетационный период (по Г. Т. Селянинову)
2009/10	198,7	49,0	20,4	1861	0,3
2010/11	300,0	162,3	18,6	1697	1,0
2011/12	207,1	100,7	20,5	1875	0,5
2012/13	398,7	139,8	19,2	1813	0,8
2013/14	427,4	148,0	19,9	1797	0,8
2014/15	415,9	156,1	19,4	1762	0,9
2015/16	326,3	156,0	17,6	1600	1,0
Среднегодовы́е показатели (1936–2016 гг.)	319,4	134,7	18,5	1691	0,8

* Вегетационный период – июнь, июль, август.

* Vegetation period includes June, July, August

оказались достаточно увлажненными. Такие значительные колебания погодных условий обусловили существенные изменения показателей почвенного плодородия и продуктивности яровой пшеницы в изучаемых вариантах обработки почвы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основным лимитирующим фактором в условиях засушливой степи является влагообеспеченность, поэтому все элементы технологий должны быть направлены на максимально возможное сохранение и рациональное использование почвенной влаги растениями. Результаты наблюдений за содержанием продуктивной влаги к посеву пшеницы показали, что независимо от условий года влагообеспеченность по паровому предшествен-

нику была достоверно выше, чем по гороху (табл. 2). Максимальные запасы влаги в слое почвы 0–100 см были сформированы под влиянием глубокой плоскорезной обработки и целивания. В среднем за семь лет содержание влаги в данных вариантах соответственно составляло: по чистому пару – 115,6 и 112,6, по гороху – 108,5 и 105,4 мм. Следует также отметить, что по варианту No-till разница между паровым предшественником и горохом была более 20 мм, тогда как в вариантах с механическими обработками она не превышала 7–9 мм. При этом особенно заметно различия проявились в острожасушливые 2010 и 2012 гг., когда недобор осадков достигал 38 и 35 % от среднегодовой нормы.

Влажность почвы во многом определяет состояние агрофизических показателей пахотного слоя и в совокупности с ними влияет на

Таблица 2

Содержание продуктивной влаги в слое почвы 0–100 см перед посевом яровой пшеницы, мм
Moisture concentration in the soil layer 0–100 cm before sowing spring wheat, mm

Обработка почвы	Предшественник	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
ПГ-3–5 на 25–27 см	Пар	99,5	115,1	79,1	119,5	123,2	151,0	121,4	115,5
	Горох	99,1	113,5	69,7	116,7	121,4	139,0	100,1	108,5
КПШ-9 на 10–12 см	Пар	94,4	101,1	78,0	105,0	107,4	134,8	112,3	104,7
	Горох	86,2	89,3	65,3	104,6	100,4	130,7	93,4	95,7
ЩР-4,5 на 25–27 см	Пар	97,3	113,8	84,2	109,9	121,8	142,2	118,7	112,6
	Горох	95,8	111,4	68,6	110,1	114,7	138,3	99,2	105,4
No-till	Пар	97,2	115,7	104,1	105,3	100,9	120,0	116,0	108,5
	Горох	62,8	84,1	70,2	86,2	78,3	91,7	89,7	80,4
НСР ₀₅		по фактору «обработка почвы»							6,5
		по фактору «предшественник»							4,6
		для частных средних							9,2

урожайность возделываемых культур. Поэтому наблюдения за плотностью почвы при изучении приемов обработки почвы имеют особое значение. Общеизвестно, что плотность почвы является функцией структуры и микроструктуры, а также зависит от гранулометрического состава почвы, содержания в ней гумуса и приемов механической обработки.

Наблюдения за плотностью подтвердили ее зависимость от приема обработки почвы. Установлено, что снижение интенсивности механического воздействия на почву приводит к существенному уплотнению пахотного слоя, причем при полном отказе от обработки (вариант No-till) – вплоть до значений её равновесного состояния – 1,31 г/см³ (табл. 3). По результатам эксперимента не выявлено влияние изучаемых предшественников на состояние уплотнения пахотного слоя. Изменение данного показателя происходило под воздействием метеорологических условий отдельных лет с общей тенден-

цией для всех изучаемых вариантов. Наиболее рыхлым сложением (1,23–1,24 г/см³) независимо от условий года отличался вариант глубокой плоскорезной обработки. По-видимому, интенсивное воздействие орудия в горизонтальном и вертикальном направлениях способствовало равномерному разуплотнению всего обрабатываемого слоя.

Плотность почвы в вариантах мелкой плоскорезной обработки и щелевания в среднем за 7 лет составила 1,26 г/см³, однако механизм формирования данного показателя между вариантами принципиально отличается. Так, в варианте мелкой обработки интенсивному рыхлению подвержен слой 0–10 см, а плотность почвы в подпахотных слоях резко увеличивается. При щелевании почвы происходят более объемные деформации и разуплотнение слоя до глубины 30 см в местах нарезки щелей, при этом плотность в межщелевых пространствах практически не меняется.

Таблица 3

Плотность пахотного слоя (0–30 см) перед посевом яровой пшеницы, г/см³
Density of arable soil layer (0–30 cm) before sowing spring wheat, g/cm³

Обработка почвы	Предшественник	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
ПГ-3-5, на 25–27 см	Пар	1,18	1,16	1,22	1,29	1,23	1,27	1,27	1,23
	Горох	1,21	1,20	1,27	1,27	1,23	1,30	1,20	1,24
КПШ-9, на 10–12 см	Пар	1,21	1,18	1,27	1,26	1,27	1,33	1,30	1,26
	Горох	1,24	1,23	1,28	1,30	1,23	1,33	1,21	1,26
ЩР-4,5, на 25–27 см	Пар	1,23	1,25	1,25	1,27	1,25	1,33	1,26	1,26
	Горох	1,24	1,25	1,27	1,28	1,24	1,31	1,21	1,26
No-till	Пар	1,28	1,31	1,31	1,33	1,27	1,33	1,32	1,31
	Горох	1,29	1,30	1,31	1,34	1,27	1,34	1,29	1,31
НСР ₀₅		по фактору «обработка почвы»							0,02
		по фактору «предшественник»							0,01
		для частных средних							0,03

Данные отличия подтверждаются содержанием продуктивной влаги перед посевом (см. табл. 2), где показатели увлажнения по фону шелевания были достоверно выше варианта с мелкой плоскорезной обработкой. Кроме этого, влияние на запас влаги оказывало состояние фона. Поверхность почвы после уборки гороха в вариантах No-till, лишенная стернового покрова, не способствовала накоплению снега, в результате чего к посеву пшеницы дефицит влаги, израсходованной предшественником, не восстанавливался.

Полный отказ от обработки почвы в системе No-till сформировал плотность пахотного слоя на уровне $1,31 \text{ г/см}^3$ независимо от предшественника. Также следует отметить более стабильные по годам исследования показатели плотности по данному варианту

в сравнении с различными механическими обработками почвы.

Одним из важных агрофизических показателей пахотного слоя, оказывающих влияние на плодородие почвы, является его структурное состояние, которое можно охарактеризовать количеством агрономически ценных агрегатов размером от 0,25 до 10 мм. Механическая обработка почвы принимает непосредственное участие в формировании почвенной структуры посредством крошения, рыхления и перемешивания почвенных отдельностей, изменяя водный, воздушный и тепловой режимы.

Исследования показали, что систематическое применение механической обработки способствовало некоторому улучшению почвенной структуры. В среднем за 7 лет на-

Таблица 4

Содержание агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) в слое 0–10 см перед посевом яровой пшеницы, %
Concentration of agricultural valuables (0.25–10 mm) in the layer 0–10 cm before sowing spring wheat, %

Обработка почвы	Предшественник	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее
ПГ-3–5 на 25–27 см	Пар	58,1	83,8	74,5	77,0	76,9	81,2	78,0	75,6
	Горох	45,3	79,1	72,4	71,7	76	75,9	77,8	71,2
КПШ-9 на 10–12 см	Пар	35,8	80,0	69,7	79,0	75,7	80,6	78,6	71,3
	Горох	37,3	82,7	77,9	78,4	76,7	79,4	79,3	73,1
ЩР-4,5 на 25–27 см	Пар	57,3	81,4	75,2	81,0	76,1	72,4	79,4	74,7
	Горох	48,3	80,4	69,0	68,3	72,9	80,3	76,8	70,9
No-till	Пар	38,1	68,0	69,6	56,9	74,0	71,0	74,2	64,5
	Горох	34,3	76,1	60,4	53,4	68,4	66,2	71,9	61,5
НСР ₀₅		по фактору «обработка почвы»							3,6
		по фактору «предшественник»							3,5
		для частных средних							5,1

блюдений количество ценных агрегатов в вариантах с обработками изменялось в пределах 70,9–75,6 %, в то же время при отсутствии обработки данный показатель снижался до 64,5–61,5 %, что в первую очередь связано с уплотнением почвы и увеличением содержания в ней глыбистой фракции более 10 мм (табл. 4). Тем не менее содержание агрономически ценных агрегатов по изучаемым технологиям обработки почвы находилось в пределах одной градации, которая относится к категории хорошей [11].

Особое значение в формировании почвенной структуры имеют гидротермические условия весеннего периода. Так, после малоснежной зимы и засушливого весенне-

го периода 2010 г., при низком содержании почвенной влаги к посеву, отмечалось ухудшение почвенной структуры независимо от технологии обработки почвы. Иссущение и усадка почвы способствовали формированию агрегатов глыбистой, а при разрушении глыб – пылевой фракции. При этом содержание в почве ценных агрегатов было снижено – 34,3–58,1 %. Положительное влияние парового предшественника на содержание в почве ценных агрегатов отмечено по фону глубокой плоскорезной обработки, по остальным вариантам различия находились в пределах ошибки.

Обобщающим показателем качества технологий обработки почвы является

Таблица 5

Урожайность пшеницы в зависимости от технологии обработки почвы и предшественника (2010–2016 гг.)
Spring wheat yield in relation to the technology of soil tillage and forecrop (2010–2016)

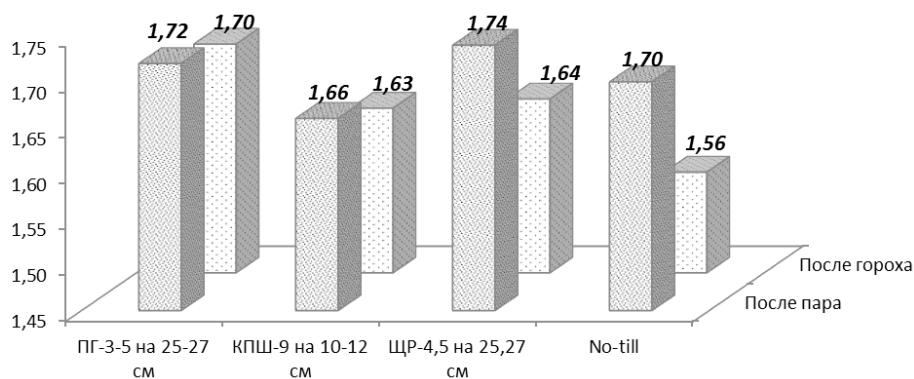
Обработка почвы	Предшест- венник	Урожайность, т/га			Последствие пред- шественника на второй культуре, ± к первой
		первой пше- ницы	второй пше- ны	средняя	
ПГ-3–5 на 25–27 см	Пар	1,77	1,68	1,73	– 0,09
	Горох	1,64	1,76	1,70	0,12
КПШ-9 на 10–12 см	Пар	1,70	1,63	1,67	– 0,07
	Горох	1,58	1,68	1,63	0,10
ЩР-4,5 на 25–27 см	Пар	1,75	1,74	1,75	– 0,01
	Горох	1,67	1,67	1,67	0,0
No-till	Пар	1,82	1,58	1,70	– 0,24
	Горох	1,55	1,57	1,56	0,02
НСР ₀₅ для первой пшеницы		по фактору «обработка почвы»			0,14
		по фактору «предшественник»			0,10
НСР ₀₅ для второй пшеницы		по фактору «обработка почвы»			0,11
		по фактору «предшественник»			0,10

урожайность. Урожайность яровой пшеницы в период исследований сильно зависела от агрометеорологических условий, о чем свидетельствует высокий коэффициент вариации по годам – 55 %. В среднем за 7 лет урожайность первой пшеницы по паровому предшественнику изменялась в пределах 1,70–1,82 т/га и существенно не отличалась между вариантами обработок (табл. 5).

На второй культуре прослеживались различия в последствии изучаемых технологий подготовки пара. Если в вариантах с механическими обработками снижение урожайности на второй культуре не превышало 0,1 т/га, то в варианте No-till недобор зерна составлял 0,24 т/га. Более низкая эффективность последствия химического пара была обусловлена, вероятно, отмеченным выше

ухудшением агрофизических показателей почвы, а также условий минерального питания.

Урожайность пшеницы после гороха в вариантах с плоскорезными обработками и No-till в сравнении с паровым предшественником была на 0,12–0,27 т/га ниже, а по фону щелевания различия между предшественниками были статистически незначительными. Следует также отметить, что в годы с достаточной влагообеспеченностью вегетационного периода положительное последствие гороха как предшественника проявлялось на второй год, хотя и на уровне тенденции. В среднем за 7 лет урожайность второй пшеницы после гороха была на 0,02–0,12 т/га выше, чем второй культуры после пара. Это можно объяснить низкой интенсивностью разложения растительных остатков гороха в условиях засушливой степи, в результа-



Влияние обработки почвы и предшественника на урожайность пшеницы
The impact of soil tillage and forecrop on spring wheat yield

те чего элементы питания высвобождаются только на второй год.

Особый интерес представляет анализ усредненной урожайности первой и второй пшеницы по изучаемым предшественникам (рисунок).

Результаты исследований показали, что в звене зернопарового севооборота урожайность пшеницы практически не зависела от приемов обработки, хотя на уровне тенденции преимущество имели глубокая плоскорезная обработка и щелевание (1,72–1,74 т/га).

В звене плодосменного севооборота сохранялась аналогичная тенденция, однако минимальная урожайность (1,56 т/га) была сформирована в варианте No-till и оказалась существенно ниже, чем при глубокой плоскорезной обработке. Анализ данных в разрезе предшественника показал достоверное снижение урожайности пшеницы после гороха в вариантах с применением щелевания и No-till, а варианты плоскорезных обработок существенных различий не имели.

ВЫВОДЫ

1. В условиях засушливой степи оптимальным вариантом, обеспечивающим нако-

пление почвенной влаги, являются глубокие зяблевые обработки почвы, как по пару, так и по непаровому предшественнику.

2. Минимизация обработки почвы приводит к уплотнению пахотного слоя, достигая максимальных значений в системе No-till. Тем не менее во всех изученных вариантах плотность почвы соответствовала оптимальным значениям.

3. В среднем за 7 лет количество ценных почвенных агрегатов находилось в пределах одной градации и не зависело от варианта обработки почвы.

4. Урожайность яровой пшеницы, высеваемой по пару, не зависела от варианта обработки почвы и составляла 1,70–1,82 т/га. В сравнении с паром возделывание пшеницы после гороха снизило урожайность зерна во всех вариантах обработки почвы на 0,12–0,27 т/га. В зернопаровом севообороте при использовании механических обработок различий в урожайности между первой и второй культурами не наблюдалось. В варианте с No-till отмечено снижение урожайности второй пшеницы на 0,24 т/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Влияние систем минимальной обработки, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы* / Б. А. Смирнов, П. А. Котьяк, Е. В. Чебыкина, А. М. Труфанов // Изв. ТСХА. – 2013. – Вып. 1. – С. 85–96.
2. *Белкин А. А., Беседин Н. В.* Влияние обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства почвы и урожайность зерновых культур // Вестн. Курск. ГСХА. – 2010. – Вып. 5, т. 5. – С. 54–57.
3. *Колкова И. А.* Влияние обработки почвы на плодородие и агрофизические свойства [Электрон. ресурс] // Молодой ученый. – 2017. – № 29. – С. 39–42. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/163/45167/> (дата обращения: 22.03.2019).
4. *Lal R., Stewart B. A.* Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems. – London: CRC Press, 2013. – 97 p.
5. *Гулаев В. М., Зудилин С. Н., Гулаева Н. В.* Влияние основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия почвы на посевах сои // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2014. – Т. 16, № 5 (3). – С. 1090–1092.
6. *Bogomolova Yu. A., Sakov A. P., Ivenin A. V.* Effect of Soil Tillage Systems and Fertilizers on Agrophysical Properties of Soil and the Yield of Spring Wheat in the Volga-Vyatka Region // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2018. – Vol. 66, N 5. – P. 90–97.
7. *Подсевалов М. И., Хайртдинова Н. А.* Влияние обработки почвы и удобрений на агрофизические показатели чернозема выщелоченного и урожайность зернобобовых культур при биологизации севооборотов // Нива Поволжья. – 2012. – № 3 (24). – С. 1822.

8. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Скипин Л.Н. Влияние минимизации обработки на плодородие тёмно-серой лесной почвы в Северном Зауралье // Изв. Оренбург. ГАУ. – 2015. – № 6 (56). – С. 43–47.
9. Dynamics of Agrophysical Properties and Humus Content in Chernozem under the Moldboard, Chisel and Surface Systems of Basic Soil Tillage / A. V. Maltsev, V. P. Kalinichenko, S. A. Shatokhin, A. V. Udalov // Russian agricultural sciences, – 2013. – Vol. 39, N 1. – P. 66–70.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

REFERENCES

1. Smirnov B. A., Kotyak P. A., Chebykina E. V., Trufanov A. M. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2013, Vol. 1, pp. 85–96. (In Russ.)
2. Belkin A. A., Besedin N. V. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2010, pp. 54–57. (In Russ.)
3. Kolkova I. A. *Molodoi uchenyi*, 2017, No. 29, pp. 39–42. (In Russ.)
4. Lal R., Stewart B. A., *Principles of Sustainable Soil Management in Agroecosystems*, London: CRC Press, 2013.
5. Gulaev V. M., Zudilin S. N., Gulaeva N. V. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2014, pp. 1090–1092. (In Russ.)
6. Bogomolova Yu. A., Sakov A. P., Ivenin A. V. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2018, No. 5 (66), pp. 90–97. (In Russ.)
7. Podsevalov M. I., Khairtdinova N. A. *Niva Povolzh'ya*, 2012, No. 3 (24), pp. 1822. (In Russ.)
8. Perfil'ev N. V., V'yushina, O. A., Skipin L. N. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, pp. 43–47. (In Russ.)
9. Maltsev A. V., Kalinichenko V. P., Shatokhin S. A., Udalov A. V. Dynamics of Agrophysical Properties and Humus Content in Chernozem under the Moldboard, Chisel and Surface Systems of Basic Soil Tillage, *Russian agricultural sciences*, 2013, No. 1 (39), pp. 66–70. (In Russ.)
10. Dospekhov, B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov isledovaniy)* (Technique of field experience (with bases of statistical processing of results of researches)), 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
11. Vadyunina A. F., Korchagina Z. A. *Metody issledovaniya fizicheskikh svoistv pochv* (Methods for studying the physical properties of soil), Moscow: Agropromizdat, 1986, 416 p.

АЗОТНЫЙ РЕЖИМ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ

^{1,2}А.С. Моторин, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹Государственный аграрный университет Северного
Зауралья, Тюмень, Россия

²Научно-исследовательский институт сельского
хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского
научного центра Сибирского отделения РАН, п. Московский Тюменской области, Россия
E-mail: a.s.motorin@mail.ru

Ключевые слова: торфяная почва, минеральный азот, нитраты, аммоний, азотные удобрения

Реферат. Изложены результаты многолетних (1982–1992, 2011–2014 гг.) исследований по содержанию минерального азота в пахотном слое среднемошной торфяной почвы лесостепной зоны Северного Зауралья. Исследования проведены на опытно-мелиоративной системе Решетниково, расположенной в центральной части Тарманского болотного массива на второй озерно-аллювиальной террасе р. Туры в Тюменской области. Почвы опытного участка имеют слабокислую реакцию среды (5,2–5,9), относительно низкую гидролитическую кислотность (28,1–40,8 мг-экв/100 г почвы), сравнительно низкую степень насыщенности основаниями (61,7–75,5 %), высокое содержание валового азота (3,1–3,9 %), низкое – фосфора (0,09–0,14 %) и калия (0,02–0,05 %). В результате исследований установлено, что процесс минерализации торфа идет медленно и почти всегда не может обеспечить достаточный и непрерывный приток усвояемого азота несмотря на его большие валовые запасы. В связи с недостаточно высокими темпами мобилизации подвижных соединений азота из органического вещества торфа в течение вегетационного периода необходимо вносить азотные удобрения. При низкой обеспеченности торфяных почв доступным фосфором (0,7–3,7 мг/100 г почвы) в пахотном слое под многолетними травами накапливается максимальное количество нитратного азота из-за малого его потребления на формирование урожая. Для вновь осваиваемой торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. Потребность многолетних трав в азоте удовлетворяется за счет удобрений на 41,4–72 %. Под многолетними травами имеет место тенденция к сокращению запасов нитратов даже при внесении азотных удобрений, что свидетельствует о снижении темпов минерализации органического вещества торфа. При этом содержание аммонийного азота повышается. Прекращение использования азотных удобрений снижает содержание нитратного азота на 30–49 % в первый год и на 46,7–59,1 % к концу четвертого года последствия. Количество аммонийного азота через 4 года увеличивается в 1,6–3,7 раза.

NITROGEN REGIME OF PEAT SOIL IN NORTHERN PART OF TRANS-URALS ZONE

^{1,2}, Motorin A.S., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Northern trans-ural state agricultural university, Tyumen, Russia

² Trans-Ural Research Institute of Agriculture – the branch of Tyumen Research Centre of Siberian department of RAS, Moskovskiy village, Tyumen region, Russia

Key words: peat soil, mineral nitrogen, nitrates, ammonium, nitrogen fertilizers.

Abstract. The paper highlights the results of many-year (1982-1992, 2011-2014 гг.) research on the concentration of mineral nitrogen in the arable medium peat soil layer of the forest-steppe of Trans-

Urals zone. The research was carried out on the experimental-reclamation system Reshetnikovo located in the central part of the Tarman bog on the second lacustrine-alluvial basin of the Tura River in Tyumen region. The soils on the experimental plot have a slightly acidic reaction (5.2 - 5.9), relatively low hydrolytic acidity (28.1 - 40.8 mg-equiv/100 g of soil), relatively low degree of base saturation (61.7 - 75.5%), high gross nitrogen concentration (3.1 - 3.9%), low concentration of phosphorus (0.09 - 0.14%) and potassium (0.02 - 0.05%). The researchers found out that mineralization of peat is slow and almost always fails to provide sufficient and continuous supply of nitrogen, despite its large gross reserves. Due to insufficient number of mobile nitrogen compounds from peat organic matter during the growing season it is necessary to apply nitrogen fertilizers. When peat soils contain low concentrations of phosphorus (0.7 - 3.7 mg/100 g of soil), the highest number of nitrate nitrogen is accumulated in the arable layer under perennial grasses due to its low consumption for the yield. Re-reclaimed peat soil is characterized by negative nitrogen concentration. As perennial grasses require nitrogen, it is fulfilled by means of fertilizers on 41.4 - 72%. The authors observed a tendency of reducing nitrate reserves under perennial grasses even if nitrogen fertilizers are applied. This indicates a decrease in the mineralization rate of peat organic matter. The ammonium nitrogen concentration increases. Discontinuance of nitrogen fertilizers use reduces the nitrate nitrogen concentration on 30-49% in the first year and on 46.7-59.1% by the end of the fourth year of after-effect. The amount of ammonium nitrogen increases in 1.6-3.7 times in 4 years.

Центральной в земледелии является проблема азота, так как от обеспеченности растений этим элементом в решающей степени зависит урожайность сельскохозяйственных культур [1].

Запасы азота в пахотном слое освоенных торфяных почв всегда выше, чем в аналогичном по мощности слое целинного торфяника [2]. Сокращение содержания азота во всей толще почвы объясняется усилением процессов минерализации торфа при освоении и выноса с урожаем [3]. Процесс минерализации органического вещества становится необратимым. Поэтому, добиваясь максимального снижения темпов «сработки», необходимо, чтобы минерализованный при этом почвенный азот был наиболее полно использован сельскохозяйственными растениями [4].

Интенсивность накопления минерального азота в торфяных почвах, при прочих одинаковых условиях, определяется их географическим положением. На севере европейской части страны из-за недостатка тепла биологические процессы идут медленно, поэтому цикл превращения азотных органических соединений остается незавершенным и заканчивается в основном на стадии образования аммиака [5].

Низкое содержание (1–9 мг/100 г почвы) нитратного азота на паровых делянках установлено в Центральной Барабе [6]. Аналогичные результаты получены в условиях подтаежной зоны Омской области на маломощных торфяных почвах [7].

Внесение азотных удобрений стимулирует разложение органического вещества и образование нитратного азота. С увеличением дозы удобрения доля азота почвы и его роль в питании растений снижаются. Основная масса азота удобрений используется в первую половину вегетации [8]. На торфяных почвах азотные удобрения являются не только и не столько дополнительным источником азота для растений, сколько мощным катализатором, усиливающим минерализацию органического вещества и использование запасов почвенного азота [9].

Анализ использования торфяных почв Северного Зауралья показывает, что выращивание сельскохозяйственных культур без учета особенностей азотного режима не дает должного эффекта. Азотный режим торфяных почв изучен недостаточно. В связи с этим нами проведены многолетние исследования по данному вопросу.

Цель исследования – установить содержание минерального азота в осушаемых тор-

фяных почвах и влияние азотных удобрений на его динамику.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования по содержанию и динамике минерального азота в осушаемой среднеторфяной почве проводили в два этапа: с 1981 по 1992 и с 2011 по 2014 г. на опытном участке Решетниково, осушенном гончарным дренажом с междреняжным расстоянием 24 м и глубиной заложения 1,5 м. Опытномелиоративная система Решетниково расположена в Тюменском районе Тюменской области в центральной

части Тарманского болотного массива, занимающего 125,8 га на второй озерно-аллювиальной террасе р. Туры.

Перед закладкой полевого опыта были отобраны из разреза почвенные образцы и определены их агрохимические показатели (табл. 1).

Почвы опытного участка представлены низкоторфяными (4,7–6,5%) осоково-тростниковым торфяником (1,5 м) со степенью разложения 20–45% и наименьшей влагоемкостью полуметрового слоя 288,5 мм. Реакция среды слабокислая, гидролитическая кислотность относительно небольшая, степень насыщенности основаниями сравнительно низкая.

Таблица 1

Агрохимические свойства среднеторфяной почвы
Agrochemical properties of medium peat soil

Горизонт, м	рН _{сол}	Гидролитическая кислотность	Сумма поглощенных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	N	P	K
		мг-экв/100 г почвы			% абс. сух. вещ-ва		
0–0,2	5,9	28,1	86,7	75,5	3,92	0,12	0,03
0,2–0,4	5,4	29,5	77,2	72,4	3,81	0,14	0,05
0,4–0,6	5,2	36,8	69,4	65,3	3,39	0,14	0,02
0,6–0,8	5,3	40,8	65,8	61,7	3,10	0,11	0,02
0,8–1,0	5,6	33,4	100,7	75,7	3,22	0,09	0,02

Содержание валовых форм азота высокое, фосфора и калия – низкое.

Первичную обработку торфяника на опытном участке проводили путем фрезерования машинами МТП-42 на глубину 0,25–0,27 м. Предпосевная обработка включала вспашку на глубину 0,22 м в сочетании с дискованием и прикатыванием тяжелым болотным катком. Семена травосмеси, состоящей из клевера красного – 12 кг, кострца безостого – 6 кг, овсяницы луговой – 4 кг и тимopheвки луговой – 3 кг/га, высевали беспокровно в оптимальные сроки. Удобрения вносили в дозах, обусловленных схемой опыта, которая приведена при описании результатов исследований. Подкормку трав с 1981 по 1992 г. проводили ежегодно в два приема: первую – весной в начале отрастания трав, вторую – после первого укоса. В период с 1992 по 2010 г. многолетние травы на опытных делянках не удобряли. В 2011 г. в варианте N₆₀P₉₀K₉₀ воз-

обновили внесение удобрений. Уборку травостоя на сено осуществляли в начале цветения, отавы – в конце августа – начале сентября. Размер учетной делянки 40 м², повторность четырехкратная. Грунтовые воды на опытном участке в годы исследований находились на глубине 1,17–1,54 м, влажность почвы полуметрового слоя изменялась от 0,4 до 0,85 наименьшей влагоемкости.

Почвенные образцы в пахотном слое (до глубины 0,2 м) отбирали буром АМ-16 методом «конверта» в начале вегетации трав до внесения удобрений, в основные фазы развития многолетних трав и в конце вегетации сразу после уборки второго укоса. Всего в течение вегетационного периода образцы почвы отбирали по 4–5 раз.

Полученные результаты обработаны методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову (1978) с исполь-

зованием пакетов компьютерных программ Microsoft Office Excel и Snedecor.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследований, максимальное содержание азота в пахотном слое торфяной почвы установлено на делянках без внесения удобрений. Обусловлено это в первую очередь очень малым потреблением азота многолетними травами. Многолетние травы были посеяны первой культурой после осу-

шения торфяной почвы. Исходное содержание доступного фосфора находилось в пределах 0,7–3,7 мг / 100 г почвы. Острый дефицит фосфора обусловил медленный рост и плохую сохранность многолетних трав. В среднем за 11 лет содержание нитратного азота на контрольных делянках составило 80,3 мг/100 г почвы, что в 5,8 раза больше, чем аммонийного. Абсолютные величины его сильно зависят от погодных условий года. Поэтому содержание нитратного азота характеризуется высокой вариабельностью (табл. 2).

Таблица 2

Содержание минерального азота в пахотном слое торфяной почвы под многолетними травами, мг/100 г почвы

Concentration of mineral nitrogen in the peat topsoil under perennial grasses, mg / 100 g soil

Год	Без удобрений		N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀	
	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄
1982	98,8	19,5	31,6	6,9	46,8	1,8
1983	59,8	25,6	68,0	22,6	121,4	23,1
1984	159,4	17,1	65,5	20,9	62,9	27,2
1985	100,7	5,7	22,9	7,8	53,8	6,0
1986	93,6	12,7	19,3	6,7	64,5	5,5
1987	123,9	3,8	20,9	2,6	54,5	3,7
1988	36,8	0,4	11,8	0,9	19,7	0,0
1989	48,6	5,0	27,8	6,6	51,9	6,5
1990	29,9	12,8	26,3	13,3	41,7	15,3
1991	32,7	29,9	19,6	19,9	-	-
1992	99,5	19,8	45,2	36,7	-	-
2011	17,8	12,3	14,2	19,9	-	-
2012	19,2	16,7	13,7	11,8	-	-
2013	16,7	10,4	15,3	9,6	-	-
2014	14,9	11,6	11,1	7,4	-	-

Время наибольшего накопления нитратов совпадает с теплыми вегетационными периодами по годам и с максимальным прогреванием почвы в течение лета. Несмотря на значительные колебания в содержании нитратов по годам, просматривается динамика к сокращению их количества. Это подтверждено определением нитратов в 2011–2014 гг. В среднем за четыре года количество нитратного азота составило 12,7 мг/100 г почвы, что в 6,3 раза меньше, чем 18 годами ранее. Причина, очевидно, заключается, прежде всего, в отсутствии поступления свежего органического вещества и снижении минерализации торфа.

Содержание аммонийного азота изменяется от «следов» до 50 мг/100 г почвы. Намечается, также как и у нитратного азота, тенденция к его уменьшению, что свидетельствует о замедлении минерализации органического вещества торфа под многолетними травами. Наличие в течение всего теплого сезона аммонийного азота согласуется с данными о протекании в торфяных почвах процессов аммонификации.

По нашим данным, за счет использования естественных (почвенных) запасов азота при достаточной обеспеченности почв фосфором и калием можно 2–3 года получать неплохие

урожаи сена многолетних трав. По мере старения трав необходимы азотные удобрения, а также увеличение их доз.

При систематическом внесении в подкормках полного минерального удобрения ($N_{60}P_{90}K_{90}$) содержание нитратного азота за этот же период в пахотном слое почвы составило 32,6 мг/100 г почвы, что в 2,5 раза меньше, чем на контрольных делянках. Столь существенное снижение содержания нитратов в годы исследований по сравнению с неудо-

бренными делянками связано с выносом их урожаем многолетних трав (табл. 3).

Таблица 3

Вынос азота урожаем сена многолетних трав из торфяной почвы, кг/га
Removal of nitrogen by hay of perennial grasses from peat soil, kg / ha

Вариант	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	Среднее за 7 лет
Без удобрений	42,0	23,2	49,7	27,2	35,3	30,0	31,0	34,1
$N_{60}P_{90}K_{90}$	153,6	229,7	89,7	87,0	102,7	111,7	76,8	121,6
$N_{120}P_{90}K_{90}$	195,9	210,6	125,0	124,7	159,6	146,0	104,7	152,3

Анализ показывает, что в среднем ежегодный вынос азота урожаем составлял 34,1 кг на неудобренных делянках и 121,6 кг при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$ на фоне $N_{120}P_{90}K_{90}$ – 152,3 кг/га, что выше контроля соответственно в 3,6 и 4,5 раза. Следует подчеркнуть, что более высокое содержание азота в сене многолетних трав получено на фоне $N_{120}P_{90}K_{90}$ (табл. 4).

Потребность многолетних трав в азоте на удобренных делянках ($N_{60}P_{90}K_{90}$) удовлетворялась за счет минеральных удобрений только на 41,4%. Полученные данные, таким образом, подтверждают, что для вновь осваиваемой среднесиловой торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. К аналогичному выводу ранее пришли В. Н. Ефимов,

Таблица 4

Содержание азота в сене многолетних трав на торфяной почве, %
The nitrogen concentration in the hay of perennial grasses on peat soil, %

Вариант	1983 г.	1984 г.	1985 г.	1986 г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	Среднее за 7 лет
Без удобрений	1,46	1,75	2,02	1,96	2,34	1,55	1,86	1,85
$N_{60}P_{90}K_{90}$	2,47	2,13	1,75	1,76	1,84	2,04	2,15	2,02
$N_{120}P_{90}K_{90}$	2,28	2,36	2,20	2,27	1,90	2,00	2,54	2,22

В.П. Царенко [10], которые отмечают, что растения используют около 40% азота из удобрений и 60% – из почвы. Следовательно, с увеличением урожая вынос азота как из удобрений, так и из почвы возрастает.

Увеличение нормы азотных удобрений с 60 до 120 кг д.в. на 1 га обеспечивает существенное повышение содержания в почве нитратного азота. В среднем за 9 лет количество нитратов при внесении 120 кг д.в. на 1 га составило 57,5 мг, что на 24,9 мг/100 г почвы больше, чем на фоне N_{60} . Формирование урожая многолетних трав на фоне высокой нормы азота удовлетворялось на 72% за счет удобрений и 28% – почвы.

В среднесиловой торфяной почве имеет место тенденция к сокращению запасов нитратного азота даже при внесении азотных удобрений, что свидетельствует о замедлении темпов минерализации органического вещества торфа под многолетними травами. Просматривается интересная динамика по содержанию аммонийного азота. Его количество почти не зависело от нормы азотных удобрений, составляя в среднем за годы исследований соответственно 13,2 и 9,9 мг/100 г почвы. Минимальное количество аммонийного азота установлено в 1985 и 1988 гг., когда температура воздуха в течение вегетационного периода превышала среднесиловую

норму на 1,9–2,4 °С. В эти годы почти во все сроки определения отмечены только «следы» аммония. Это указывает на интенсивный процесс окисления аммония до нитратов при высоких температурах почвы.

В годы исследований среднее содержание аммонийного азота в пахотном слое торфяной почвы под многолетними травами по отношению к нитратному составило 17,2% на контрольных делянках и 30,4% при внесении $N_{60}P_{90}K_{90}$. Это косвенно указывает на два обстоятельства: во-первых, что при интенсивном осушении (1,2–1,6 м) преобладает нитратная форма минерального азота; во-вторых, при средневегетационной темпе-

ратуре почвы выше 15 °С активнее потребляется нитратный азот.

Под многолетними травами в условиях подтаежной зоны Омской области на долю нитратного азота приходится не более 15% его минеральных форм. При обработке пласта многолетних трав и посеве однолетних культур содержание нитратов возрастало в отдельные годы до 50% и более [11].

Представляет большой практический интерес содержание минеральных форм почвенного азота после прекращения внесения в подкормках азотных удобрений (табл. 5).

Прежде всего отметим, что в контрольном варианте не просматривается тенден-

Таблица 5

Содержание минерального азота в пахотном слое среднесиловой торфяной почвы под многолетними травами после прекращения внесения удобрений, мг/100 г почвы
Concentration of mineral nitrogen in the arable layer of medium peat soil under perennial grasses after termination of fertilization, mg / 100 g soil

Вариант	Форма азота	1985* г.	1986* г.	1987 г.	1988 г.	1989 г.	1990 г.
Без удобрений	NO ₃	35,9	32,3	59,1	39,5	50,8	60,5
	NH ₄	5,0	3,1	2,6	1,1	4,9	14,4
$N_{60}P_{90}K_{90}$	NO ₃	90,1	36,2	24,3	16,9	20,1	19,3
	NH ₄	4,8	3,5	3,4	0,7	5,0	13,0
$N_{120}P_{90}K_{90}$	NO ₃	109,4	52,3	40,2	27,0	24,0	21,4

* Внесены удобрения.

* Fertilizers applied.

ция к сокращению минерального азота. Объясняется это минимальным потреблением азота слабо развивающимися многолетними травами. Имеют место различия по годам, обусловленные изменениями погодных условий. Такое явление установлено и на удобренных делянках.

Прекращение использования азотных удобрений начинает сказываться на содержании нитратного азота в первый же год. В варианте с нормой $N_{60}P_{90}K_{90}$ к концу четвертого года последствия удобрений количество нитратного азота уменьшилось на 46,7, $N_{120}P_{90}K_{90}$ – на 59,1%. Содержание нитратного азота сокращается более быстрыми темпами при внесении в почву ранее высокой нормы удобрений. Относительно количества аммонийного азота начинает проявляться тенденция к его увеличению. Это может служить подтверждением снижения интенсивно-

сти нитрификации в почве и необходимости возобновления внесения азотных удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Процесс минерализации торфа идет медленно и не всегда может обеспечить достаточный и непрерывный приток усвояемого азота несмотря на большие его валовые запасы. В связи с недостаточно высокими темпами мобилизации подвижных соединений азота из органического вещества торфа в течение вегетационного периода необходимо вносить азотные удобрения.

2. При низкой обеспеченности торфяных почв доступным фосфором (0,7–3,7 мг/100 г почвы) в пахотном слое под многолетними травами без внесения удобрений накапливается максимальное количество (80,3 мг/100 г почвы) нитратного азота из-за слабого его

потребления на формирование урожая. Доля аммонийного азота без внесения азотных удобрений по отношению к нитратному составляет всего 17,2%. Активному накоплению нитратного азота способствуют, прежде всего, интенсивное осушение и активные температуры почвы.

3. Для вновь осваиваемой торфяной почвы характерен отрицательный баланс азота. Потребность многолетних трав в азоте удовлетворяется за счет удобрений на 41,4–72%. В среднемощной торфяной почве под многолетними травами имеет место тенденция к сокращению запасов нитратов даже при внесе-

нии азотных удобрений, что свидетельствует о снижении темпов минерализации органического вещества торфа. Содержание аммонийного азота, напротив, повышается.

4. Прекращение использования азотных удобрений снижает содержание нитратного азота на 30,1–49,0% в первый же год, а к концу четвертого года последствия – на 46,7–59,1%. Количество аммонийного азота увеличивается через 4 года в 1,9–3,7 раза. Получить полноценный урожай сена многолетних трав возможно только при условии возобновления внесения азотных удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гамзиков Г. П. Условия и факторы сохранения плодородия почв и получения стабильных урожаев полевых культур в сибирском земледелии // Плодородие почв и оценка продуктивности земледелия. VIII Сибирские Прянишниковские чтения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2018. – С. 47–57.
2. Ефимов В. Н. Торфяные почвы и их плодородие. – Л.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
3. Инишева Л. И., Дементьева Т. В. Скорость минерализации органического вещества торфов // Почвоведение. – 2000. – № 2. – С. 196–203.
4. Синькевич Е. И. Пути регулирования плодородия торфяных почв Европейского Севера. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. – 266 с.
5. Переверзев В. Н., Головкин Э. А., Алексеева Н. С. Биологическая активность и азотный режим торфяно-болотных почв в условиях Крайнего Севера. – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1970. – 220 с.
6. Гордеева Е. А. Режим фосфатов, нитратного и аммонийного азота в торфяно-болотных почвах Центральной Барабы при сельскохозяйственном использовании // Науч. тр. СевНИИГиМ. – Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. – Вып. 39. – С. 159–180.
7. Синявский В. А., Кубарев В. А. Удобрения в кормовых севооборотах на осушенных торфяниках Западной Сибири // Пути повышения эффективного плодородия мелиорируемых земель Западной Сибири. – Красноярск, 1983. – С. 31–39.
8. Кореньков Л. А., Филимонов Д. А. Азотные удобрения // Удобрения, их свойства и способы исследования. – М.: Колос, 1982. – С. 22–69.
9. Томпсон Л. М., Трой Ф. Р. Почвы и их плодородие: пер. с англ. – М.: Колос, 1982. – 462 с.
10. Ефимов В. Н., Царенко В. П. Удобрение сельскохозяйственных культур на мелиорированных торфяных почвах. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 124 с.
11. Синявский В. А., Синявская В. А. Биологическая активность и режим минерального азота осушенной торфяно-болотной почвы // Корма на осушенных торфяниках подтаежной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1982. – С. 8–15.

REFERENCES

1. Gamzikov G. P. Usloviya i faktory sohraneniya plodorodija pochv i poluchenija stabil'nyh urozhayev polevykh kul'tur v sibirskom zemledelii, *Plodorodie pochv i ocenka produktivnosti zemledelija* (Soil fertility and agriculture productivity assessment), VIII Sibirskie Prjanishnikovskie chteniya, Proceeding of International Scientific and Practical Conference, Tjumen': GAU Severnogo Zaural'ja, 2018, pp. 47–57. (In Russ.)
2. Efimov V. N. *Torffjanye pochvy i ih plodorodie* (Peat soils and their fertility), L.: Agropromizdat, 1986, 264 p.

3. Inisheva L. I., Dement'eva T. V. Skorost' mineralizacii organicheskogo veshhestva torfov, *Pochvovedenie*, 2000, No. 2, pp. 196–203. (In Russ.)
4. Sin'kevich E. I. Puti regulirovaniya plodorodija torfjanyh pochv Evropejskogo Severa (Ways to regulate the fertility of peat soils of the European North), L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1985, 266 p.
5. Pereverzev V. N., Golovko Je. A., Alekseeva N. S. *Biologicheskaja aktivnost' i azotnyj rezhim torfjano-bolotnyh pochv v uslovijah Krajnego Severa* (Biological activity and nitrogen regime of peat-bog soils in the Far North), L.: Nauka, Leningr. otd-nie, 1970, 220 p.
6. Gordeeva E. A. Rezhim fosfatov, nitratnogo i ammonijnogo azota v torfjano-bolotnyh pochvah Central'noj Baraby pri sel'skhozajstvennom ispol'zovanii, *Nauch. tr. SevNIIGiM*, Novosibirsk: Zap. Sib. kn. izd-vo, 1969, Issue. 39, pp. 159–180. (In Russ.)
7. Sinjavskij V. A., Kubarev V. A. Udobrenija v kormovyh sevooborotah na osushennyh torfjanikah Zapadnoj Sibiri, *Puti povyshenija jeffektivnogo plodorodija melioriruemym zemel' Zapadnoj Sibiri*, Krasnojarsk, 1983, pp. 31–39. (In Russ.)
8. Koren'kov L. A., Filimonov D. A. *Azotnye udobrenija* (Nitrogen fertilizers), Udobrenija, ih svojstva i sposoby issledovaniya, M.: Kolos, 1982, pp. 22–69.
9. Tompson L. M., Trou F. R. Pochvy i ih plodorodie (Soils and their fertility), M.: Kolos, 1982, 462 p.
10. Efimov V. N., Carenko V. P. Udobrenie sel'skhozajstvennyh kul'tur na meliorirovannyh torfjanyh pochvah (Fertilizer crops on reclaimed peat soils), M.: Rosagropromizdat, 1988, 124 p.
11. Sinjavskij V. A., Sinjavskaja V. A. *Biologicheskaja aktivnost' i rezhim mineral'nogo azota osushennoj torfjano-bolotnoj pochvy* (Forage on drained peatlands of the subtaiga zone of Western Siberia), Korma na osushennyh torfjanikah podtaezhnoj zony Zapadnoj Sibiri, Novosibirsk, 1982, pp. 8–15.

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ ОВСА СЕЛЕКЦИИ ОМСКОГО АГРАРНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА

¹П.Н. Николаев, кандидат сельскохозяйственных наук

¹О.А. Юсова, кандидат сельскохозяйственных наук

¹В.С. Васюкевич, кандидат сельскохозяйственных наук

²Н.И. Анисков, доктор сельскохозяйственных наук

²И.В. Сафонова, кандидат сельскохозяйственных наук

¹ Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

² Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: 55asc@bk.ru

Ключевые слова: яровой овес, содержание белка, стабильность, пластичность, адаптивность, стрессоустойчивость

Реферат. Для получения стабильных урожаев овса с высоким качеством зерна большое значение имеют адаптивность, пластичность, стабильность и стрессоустойчивость сорта. Цель исследований – оценка адаптивного потенциала сортов селекции Омского АНЦ различными статистическими параметрами, рассчитанными по признаку содержания белка в зерне. Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2011–2016 гг. на опытных полях Омского аграрного научного центра, расположенного в южной лесостепи, г. Омск. Содержание белка в зерне овса в среднем за период исследований составило 11,2 % у пленчатых сортов и 16,2 % у голозерных сортов. При оценке по S.A. Eberhart и W.A. Russell сорта Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2, Факел, Сибирский геркулес сочетали высокие стабильность и отзывчивость на улучшение условий среды. Отзывчивостью на условия выращивания характеризовались сорта Сибирский голозерный, Прогресс, Скакун и Левша (по S.A. Eberhart и W.A. Russell коэффициент линейной регрессии составил $1,06 \div 1,72$; по В.А. Драгавцеву коэффициент мультипликативности от 2,05 до 2,60). Высокая стрессоустойчивость ($-1,60 \div -2,47$) наблюдалась у сортов Памяти Богачкова, Иртыш 13, Иртыш 23, Тарский 2, Скакун, Иртыш 21. Высокой степенью соответствия между факторами среды и генотипом характеризовались сорта Левша, Сибирский голозерный, Прогресс (компенсаторная способность $15,02 \div 16,32$ по А.А. Rossielle и J. Hemblin). К пластичным сортам (по А.А. Грязнову) относились Левша, Сибирский голозерный, Прогресс (индекс экологической пластичности $1,26 \div 1,36$), к адаптивным (по А.А. Животкову) – Левша, Сибирский голозерный и Прогресс (коэффициент адаптивности от 126 до 136 %). Рекомендуются для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях Западной Сибири пленчатые сорта Сибирский голозерный, Прогресс, Левша, Иртыш 23, Орион, Тарский 2, (сумма рангов $29,0 \div 40,0$), а также голозерный сорт Левша (сумма рангов 47,0).

ADAPTIVE CAPACITIES OF OATS VARIETIES OF OMSK AGRICULTURAL RESEARCH CENTRE SELECTION

¹ Nikolaev P.N., Candidate of Agriculture

¹ Iusova O.A., Candidate of Agriculture

¹ Vasiukevich V.S., Candidate of Agriculture

² Aniskov N.I., Candidate of Agriculture

² Safonova I.V., Candidate of Agriculture

¹ Omsk Agricultural Research Centre, Omsk, Russia

² Russian Institute of Genetic Plant Resources named after N.I. Vavilov, St.Petersburg, Russia

Key words: spring oats, concentration of protein, stability, plasticity, adaptability, stress resistance.

Abstract. Adaptability, plasticity, stability and stress resistance of the oats variety are seen as significant for obtaining stable oat yields with high grain quality. The research aims at assessment of the adaptive capacities of oat varieties selected at Omsk Agricultural Research Centre. The assessment was carried out by means of statistical parameters calculated on the basis of protein concentration in the grain. The experiment was conducted in 2011-2016 on the experimental fields of Omsk Agricultural Research Centre which is located in the southern forest-steppe of Omsk. Protein concentration in the oat grains averaged 11.2% in chaffy varieties and 16.2% in huskless varieties. Following S.A. Eberhart and W.A. Russell assessment, such varieties as Orion, Irtysh 13, Irtysh 21, Irtysh 23, Tarskiy 2, Fakel and Sibirskiy Gerkules combined high stability and response to better environmental conditions. Sibirskiy golozernyy, Progress, Skakun and Levsha varieties are characterized as varieties that responded to the conditions of cultivation (following S.A. Eberhart and W.A. Russell the coefficient of linear regression was $1.06 \div 1.72$; according to V.A. Dragavtsev the coefficient of multiplicity varied from 2.05 to 2.60). The authors observed high resistant varieties ($-1.60 \div -2.47$) as Pamyati Bogachkova, Irtysh 13, Irtysh 23, Tarskiy 2, Skakun and Irtysh 21. Levsha, Sibirskiy golozernyy and Progress varieties were characterized by high degree of correspondence between environmental factors and genotype (according to A.A. Rossielle and J. Hemblin, compensatory capacity was $15.02 \div 16.32$). Levsha, Sibirskiy golozernyy and Progress varieties refer to plasticity varieties (according to A.A. Gryaznov) and the index of environmental plasticity was $1.26 \div 1.36$; Levsha, Sibirskiy golozernyy and Progress varieties refer to adaptive varieties (according to A.A. Zhivotkov) and their index of adaptivity varied from 126 to 136%. The authors recommend to include glumiferous varieties Sibirskiy golozernyy, Progress, Levsha, Irtysh 23, Orion, Tarskiy 2 (rank sum is $29.0 \div 40.0$) and huskless variety Levsha (rank sum is 47.0) into the selection and breeding programs and cultivating them in Western Siberia.

Овес для условий Западной Сибири считается одной из основных зерновых и зернофуражных культур, которая имеет широкое продовольственное применение.

Среди сортовых посевов овса в Омской области доля сортов селекции ФГБНУ ОМАНЦ (ФГБНУ СибНИИСХ) в отдельные годы достигает 95 %. В настоящие годы на смену старым сортам пришли новые высокопродуктивные. Так, в 2014 г. в Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию по Западно-Сибирскому региону, включен сорт овса пленчатой группы Уран, который характеризуется высокими крупяными показателями. В 2015 г. в Госреестр РФ включен высококачественный сорт голозерной группы Прогресс.

Интенсивность селекционной программы овса характеризует также количество сортов, переданных на государственное сортоиспытание. В 2014 г. на ГСИ передан высокоурожайный и устойчивый к головнёвым патогенам сорт зернофуражного направления Факел. С 2015 г. проходит госсортоиспытание

высокопродуктивный сорт зернового и зернофуражного направления Сибирский геркулес, с 2016 г. – сорт овса Тарский голозерный, устойчивый к климатическим условиям северной лесостепи Омской области.

Однако овес, как и другие зерновые культуры, нуждается в повышении количества и качества белка, а также в улучшении других биохимических показателей зерна. В овсе, выращиваемом в зоне южной лесостепи Западной Сибири, содержание белка варьирует от 10,5 до 20,3 %, что объясняется влиянием погодных условий и генетическими особенностями сортов [1]. В настоящее время актуальной задачей производства является не просто достижение высоких показателей содержания белка, а стабильное их проявление. Для решения данной задачи необходима комплексная оценка селекционного материала по параметрам адаптивности, которая позволяет выделить перспективные сорта [2–4]. Всё большее значение для производства и перерабатывающей промышленности приобретает голозерный овес. Интерес к голозёрным со-

ртам овса объясняется высокой концентрацией белковых веществ в зерне.

Для получения стабильных урожаев с высоким качеством зерна большое значение имеют такие свойства сорта, как адаптивность к местным природно-климатическим факторам [5], устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, качество продукции [6].

В связи с этим целью данной работы являлась оценка адаптивного потенциала сортов овса селекции Омского АНЦ с использованием различных статистических параметров по признаку содержания белка в зерне.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования проводились с 2011 по 2016 г. в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) на опытных полях Омского АНЦ, расположенного в южной лесостепи, (г. Омск). Почва опытного поля представлена черноземом обыкновенным выщелоченным, содержание гумуса варьирует от 6 до 7%.

Агротехника возделывания овса – общепринятая для Западно-Сибирского региона. Учитывая повышенную потребность овса к наличию влаги и почвенному плодородию, необходимо особое внимание уделять культуре-предшественнику овса. В наших исследованиях овес высевался третьей культурой после пара. Основная обработка почвы включала лущение стерни одновременно с уборкой зерновых и зяблевую вспашку. Обработка зяби состояла из закрытия влаги боронованием и последующей культивации на глубину 6–8 см. При посеве использована селекционная сеялка ССФК-7. Площадь опытной делянки составляла 10 м², повторность четырехкратная, норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га. Наблюдения, оценки и учеты проведены согласно методике ВИР по изучению ячменя и овса [7]. В комплекс мероприятий по уходу за посевами овса входит уничтожение почвенной корки и борьба с сорняками. Осуществление этих мероприятий достигается боронованием. Довсходовое боронование проводилось на через 5–6 дней после посева

и в фазу трех-четырех листьев для уничтожения однолетних сорняков.

Объектом исследований являлись средне-спелые сорта ярового овса пленчатой (разновидность *mutica*) и голозерной (разновидность *inermis*) форм. Исследуемые сорта включены в Государственный реестр и допущены к использованию по Уральскому (9), Западно-Сибирскому (10) и Восточно-Сибирскому (11) регионам, а также проходят государственное испытание; к сортам пленчатой формы овса относятся: Орион (стандарт), Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скакун, Факел, Сибирский геркулес, к сортам голозерной формы – Сибирский голозерный (стандарт), Прогресс, Левша. Ниже приведена краткая характеристика сортов.

Орион – стандарт для сортов овса пленчатой формы при испытании по Омской области (Омский кормовой 1 × Ристо). Сорт засухоустойчив, продуктивен, устойчив к полеганию. Патент № 0327, зарегистрирован в Государственном реестре селекционных достижений РФ 22.04.1999.

Иртыш 13 – индивидуальный отбор из сорта Harmon (Канада), высокопродуктивен, зерно крупное. Патент № 0326, 22.04.1999.

Иртыш 21 [(Мутика 611 × Мутика 570) × Скакун]. Сорт устойчив к засухе, полеганию. Высокопродуктивен и высококачественен. Патент № 2102, 23.01.2004.

Иртыш 23 (Памяти Богачкова × Мутика 810). Характеризуется стабильно высоким качеством зерна и урожайностью.

Тарский 2 [(Мутика 290 × Бизантина 474) × К-12914]. Устойчив к засухе. Патент № 0942, 28.03.2001.

Памяти Богачкова (Фаленский 3 × Мутика 559). Сорт высокопродуктивен в сочетании со скороспелостью. Патент № 0592, 05.04.2000.

Скакун (Фрезер × Астор). Оригинатор – НПО «Подмосковное» и Ульяновская опытная станция. Устойчив к полеганию, осыпанию и засухе, пластичный и высокоурожайный, включен в Госреестр ценных по качеству сортов с 1998 г.

Факел (Иртыш 21 × Paul). Сорт характеризуется повышенным содержанием сырого

жира в зерне, урожайный. Передан на ГСИ в 2014 г.

Сибирский геркулес (Иртыш 21 × Левша). Урожаен, качество зерна повышенное, пластичен по белковости. Передан на ГСИ в 2015 г.

Сибирский голозерный (Тарский 2 × Paul) – стандарт для сортов овса голозерной формы при испытании по Омской области. Сорт засухоустойчив, сочетает высокую продуктивность с высоким качеством и крупностью зерна. Патент № 4073, 29.05.2008.

Прогресс (Иртыш 21 × Paul). Характеризуется средней засухоустойчивостью и высокой продуктивностью. Патент № 7208, 27.12.2013.

Левша. Оригинатор – Кемеровский НИИСХ. Устойчив к засухе и полеганию. Включен в список ценных по качеству сортов. Районирован в 2005 г.

Математическая обработка проведена методом дисперсионного анализа [8]. Рассчитан индекс условий среды (I_j) по S.A. Eberhart и W.A. Russell, линейная реакция сорта на среду (bi – коэффициент экологической пластичности) и нелинейные отклонения от линии регрессии (σ^2d – стабильность) [9].

Коэффициент мультипликативности (KM) позволяет сравнить изменчивость признака (по Драгавцеву):

$$KM = \frac{\bar{x}_i + bi \cdot y_i}{X_i}, \quad (1)$$

где $\bar{x}_i$ – среднее значение исследуемого признака у i -го сорта;

bi – коэффициент линейной регрессии i -го сорта;

y_i – среднее значение для всех средних по всем сортам y_i для каждого j -го пункта эксперимента [10].

Согласно методу А. А. Грязнова, вычисляется средний индекс экологической пластичности:

$$ИЭП = \left(\frac{УС_1}{СУО_1} + \frac{УС_2}{СУО_2} + \dots + \frac{УС_n}{СУО_n} \right) / n, \quad (2)$$

где – $УС_1$, $УС_2$, $УС_n$ содержание белка в зерне у сорта в разные годы и испытаний;

$СУО_1$, $СУО_2$, $СУО_n$ – средняя белковость зерна сортов в каждом из вариантов опыта [11].

Коэффициент адаптивности (КА) рассчитывается как среднее содержание белка каж-

дого сорта по отношению к среднесортной белковости каждого изучаемого года [12]. При $КА > 100\%$ сорт потенциально адаптивен.

$$КА = \frac{Y_{ij} \times 100}{Y_j}, \quad (3)$$

где Y_{ij} – масса 1000 зерен i -го сорта в j -й год испытания;

Y_j – среднесортная масса 1000 зерен года испытания.

Стрессоустойчивость и компенсаторную способность сортов определяли по А.А. Rossielle и S. Hemblin [13] в изложении А.А. Гончаренко [14]:

$$Устойчивость к стрессу = Y_{\min} - Y_{\max}; \quad (4)$$

$$Компенсаторная способность = \frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2}, \quad (5)$$

где $Y_{\min}$ и $Y_{\max}$ – минимальная и максимальная урожайность сорта.

Наиболее адаптивные для условий Омского Прииртышья сорта выделяли на основании суммы рангов по перечисленным методам. Математическая обработка проведена в приложении Microsoft Office Excel для ПК.

Погодные условия в период роста и развития растений, несомненно, оказывали существенное влияние на формирование белковости зерна овса. Согласно данным Омской ГМОС, средняя температура мая и июня существенно превышала среднемноголетние данные (0,4–2,8 °С) в течение всего периода исследований (рис. 1). Превышение над среднемноголетними данными наблюдалось также в июле 2012 г. (на 3,4 °С) и 2016 г. (на 0,3 °С), в августе 2011, 2012, 2014, 2014 и 2016 гг. (на 0,5–3,2 °С).

Недостаточное увлажнение наблюдалось в мае и июне 2011 г. (–3,3 и –5,6 мм соответственно, что составило 70,0 и 68,3% от нормы), июне 2014 г. (недобор 15 мм, или 83,3% от нормы), июле 2012 г. (–16,0 мм, или 33,3% от нормы). Вегетационный период 2016 г. характеризовался засушливым маем и августом (–5,6 и –16,3 мм соответственно, что составило 49,1 и 97,8% к среднемноголетним данным). В остальные периоды количество выпавших осадков в 2–3 раза превышало норму (рис. 2).

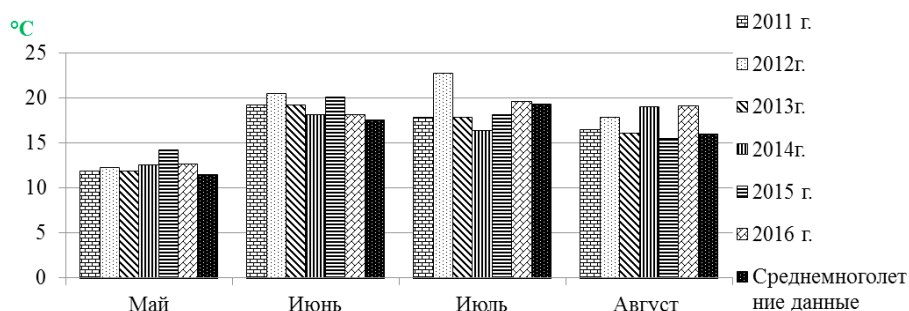


Рис. 1. Характеристика вегетационных периодов 2011–2016 гг.

по средней температуре воздуха (Омская ГМОС)

Characteristics of vegetation periods in 2011–2016 according to the average air temperature (Omsk Hydrometeorological Station)

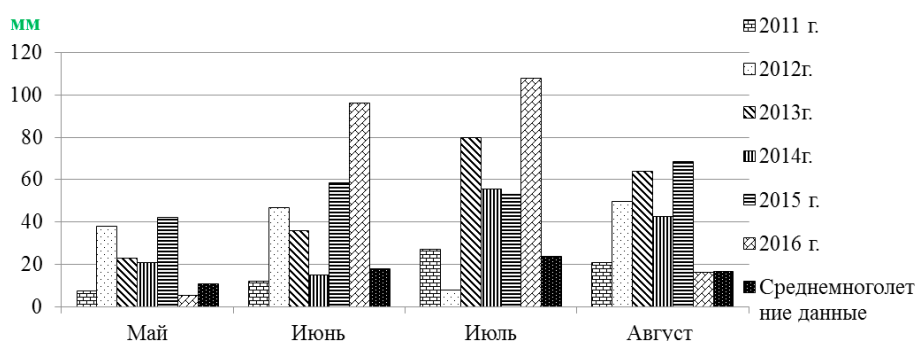


Рис. 2. Характеристика вегетационных периодов 2011–2016 гг.

по количеству осадков (Омская ГМОС)

Characteristics of vegetation periods in 2011–2016 according to the precipitation (Omsk Hydrometeorological Station)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Данные дисперсионного анализа по содержанию в зерне овса белка за период исследований с 2011 по 2016 г. показали, что данный показатель у сортов пленчатой формы являлся генетически обусловленным признаком (фактор А = 56,04 %) с высокой долей вклада условий года (фактор Б = 28,02 %), что подтверждает исследования других авторов [15]. Сорта голозерной формы характеризовались равноценным вкладом в формирование белковости зерна как доли года (фактор Б = 39,6 %), так и взаимодействия факторов генотип × среда (факторы А × Б = 40 %).

Максимальное содержание белка в зерне наблюдалось в 2016 г. (групповая средняя данного показателя составила 13,3 % при $Ij = 1,26$). В 2011 г. наблюдалось снижение белковости зерна до 11,0 % в среднем по опыту при минимальном индексе условий окружающей среды

$Ij = -1,25$, что свидетельствует о неблагоприятных условиях данного периода вегетации.

Согласно оценке по S.A. Eberhart и W.A. Russell, к пластичным сортам относятся: Сибирский голозерный, Прогресс, Скакун и Левша ($bi > 1$) (табл. 1). Согласуется с полученными данными и расчет параметров адаптивности по Драгавцеву на основе коэффициента мультипликативности (КМ). Так, сорта Прогресс, Скакун и Сибирский голозерный характеризуются максимальными по опыту КМ (2,1–2,6). У данных сортов под влиянием улучшения условий выращивания наблюдалась тенденция к увеличению содержания белка в зерне, что соответствует интенсивному типу. Сорта Орион и Тарский 2 характеризовались полным соответствием содержания белка в зерне изменению условий выращивания ($bi = 0,9$), по S.A. Eberhart и W.A. Russell у остальных исследуемых сортов наблюдалась слабая реакция белковости на изменение

Таблица 1

Содержание белка, адаптивность и ранжирование сортов овса
Protein concentration, adaptivity and ranging the oat varieties

Сорт	Содержание белка, %			bi	σ^2d	КМ	ИЭП	КА, %	$Y_{\min} - Y_{\max}$	$\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2}$	Сумма рангов
	Lim	$\bar{x}$	$\pm st.$								
Орион, st.	10,0–13,4	11,4	-	0,9	0,2	2,1	0,9	91,4	-3,4	11,7	39,0
Иртыш 13	10,5–12,1	11,2	-0,2	0,7	0,1	1,7	0,9	90,1	-1,6	11,3	44,0
Иртыш 21	9,5–12,0	10,7	-0,7	0,9	0,2	2,1	0,9	85,9	-2,5	10,8	51,0
Иртыш 23	10,4–12,3	11,6	0,2	0,8	0,1	1,8	0,9	93,4	-2,0	11,4	38,0
Тарский 2	10,2–12,6	11,2	-0,2	0,9	0,3	2,1	0,9	89,9	-2,4	11,4	40,0
Памяти Богачкова	10,3–11,9	11,2	-0,2	0,8	0,2	1,8	0,9	89,6	-1,6	11,1	46,0
Скакун	9,7–12,1	11,0	-0,4	1,1	0,3	2,3	0,9	88,4	-2,4	10,9	46,0
Факел	9,9–13,6	11,0	-0,4	0,3	0,2	1,3	0,9	88,4	-3,7	11,7	54,0
Сибирский геркулес	10,5–13,7	11,7	+0,3	0,2	0,4	1,3	0,9	94,5	-3,2	12,1	49,0
Сибирский голозерный, st.	12,7–18,0	15,9	+4,5	2,1	0,7	2,6	1,3	127,6	-5,3	15,3	29,0
Прогресс	12,7–17,4	15,6	+4,2	1,8	1,7	2,5	1,3	125,5	-4,6	15,1	34,0
Левша	13,9–18,8	17,0	+5,6	1,4	2,5	2,1	1,4	136,3	-4,9	16,3	34,0
НСР ₀₅	0,7			-	-	-	-	-	-	-	-
$S_{\bar{x}}$	-			0,2	0,2	0,1	0,1	5,3	0,4	0,6	2,2

Примечание. Lim – лимиты; st. – стандартный сорт; $S_{\bar{x}}$ – абсолютная ошибка выборочной средней; $\bar{x}$ – среднее значение показателя (по Б. А. Доспехову); bi – коэффициент линейной регрессии; σ^2d – величина стабильности реакции сортов (по S.A. Eberhart и W.A. Russell); КА – коэффициент адаптивности (по Л. А. Животкову); $Y_{\min} - Y_{\max}$ – показатель стрессоустойчивости сорта; $\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2}$ – компенсаторная способность (по А. А. Rossielle, J. Hemblin); ИЭП – индекс экологической пластичности (по А. А. Грязнову).

Lim. – limits; st. – standard variety; $S_{\bar{x}}$ – absolute error of the sample mean; $\bar{x}$ – mean (according to B.A. Dospikhov); bi – coefficient of linear regression; σ^2d – stability value of varieties responses (according to S.A. Eberhart and W.A. Russell); КА – adaptivity coefficient (according to L.A. Zhivotkov); $Y_{\min} - Y_{\max}$ – value of stress resistance of a variety; $\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2}$ – compensatory capacity (according to A.A. Rossielle, J. Hemblin); ИЭП – index of environmental plasticity (according to A.A. Griaznov).

условий выращивания, что соответствует экстенсивному типу ($bi < 1$).

В настоящее время особое значение в селекционном процессе приобретает стабильность исследуемого признака [16], т.е. способность сорта поддерживать оптимальный уровень признака в различных почвенно-климатических условиях. В наших исследованиях высокой стабильностью реакции на условия среды, при оценке по S.A. Eberhart и W.A. Russell, характеризовались сорта Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Факел, Сибирский голозерный, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скакун, Сибирский геркулес ($\sigma^2d = 0,1 \dots 0,9$). Сорта Памяти Богачкова, Скакун, Прогресс и Левша отличались низкой стабильностью (при $\sigma^2d > 1$).

Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды и высокой стабильностью (при $bi > 1$, $\sigma^2d < 1$) обладали сорта Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2, Факел, Сибирский геркулес. Селекционную ценность перечисленных сортов подтвержда-

ет тот факт, что большинство из них ежегодно используется в программах гибридизации лабораторией селекции овса для создания нового селекционного материала.

Важным показателем адаптивности сортов является показатель устойчивости к стрессу. Стрессоустойчивость рассчитывается как разность минимального и максимального содержания белка в зерне, поэтому данный показатель имеет отрицательный знак. С повышением стрессоустойчивости сортов данный показатель стремится к нулю [13, 14]. Согласно результатам наших исследований, повышенной стрессоустойчивостью обладали сорта Памяти Богачкова, Иртыш 13, Иртыш 23, Тарский 2, Скакун и Иртыш 21 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,6 \dots -2,5$).

Оценку стрессоустойчивости сортов дополняет показатель компенсаторной способности, отражающий, насколько соответствует генотип исследуемого сорта факторам окружающей среды. В наших исследованиях к сортам с высокой компенсаторной

способностью относятся Левша, Сибирский голозерный, Прогресс ($\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2} = 15,0 \dots 16,3$).

При исследованиях в неблагоприятных по климатическим условиям регионах (например, резко-континентальные условия Западной Сибири) принято использовать индекс экологической пластичности (ИЭП). Сорта характеризуются как пластичные при ИЭП > 1 [11]. К таким сортам относятся Левша, Сибирский голозерный, Прогресс (ИЭП = 1,3...1,4), что позволяет отметить рост содержания белка в зерне при улучшении условий среды. Низкие показатели индекса характерны для сортов Сибирский геркулес, Иртыш 23, Орион, Иртыш 13, Тарский 2, Памяти Богачкова, Скаун, Факел, Иртыш 21 (ИЭП = 0,9...0,9) – данные сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они сформируют высокое содержание белка при минимуме затрат.

В следующем методе оценки для сравнения адаптивной реакции сортов использовали среднесортную белковость зерна по показателю года, выраженную в процентах [12]. Согласно данным расчетов, наиболее пластичны сорта Левша, Сибирский голозерный, Прогресс (КА = 126 ÷ 136%).

Как показано нами ранее [17], оценка генотипов одним или двумя методами недостаточно отражает их стабильность и пластичность. Наиболее полную информацию дает применение нескольких методов, но в этом случае удобнее пользоваться принципом ранжирования сортов по параметрам и оценку проводить по сумме рангов, полученной каждым сортом. При этом следует учитывать, что 1-й ранг наиболее высокий, 12-й наиболее низкий. В наших исследованиях сорта Сибирский голозерный, Прогресс, Левша, Иртыш 23, Орион, Тарский 2, которые набрали меньшую сумму рангов (29,0 ÷ 40,0), оказались наиболее адаптивными к условиям возделывания по содержанию белка в зерне.

В табл. 2 представлены данные производственных испытаний некоторых исследуемых сортов овса. Изменчивость урожайности сортов при возделывании в различных зонах Западной Сибири значительная (Cv > 20%), данный факт объясняется существенным воздействием (до 50,0%) условий выращивания [18, 19]. Максимальное значение данный показатель принимал в зоне южной лесостепи Омского ГСУ (среднегрупповая составила 5,04 т/га).

Анализ урожайности сортов позволяет сделать вывод, что сорта Тарский 2, Иртыш

Таблица 2

Урожайность сортов овса в производственных посевах, т/га
Crop yield of oat varieties in industrial sowings, t/ha

Сорт	Омский ГСУ, зона южной лесостепная	Щербакульский ГСУ, зона южной лесостепи	Тарский ГСУ, зона тайги и подтайги	Горьковский ГСУ, зона северной лесостепи	Павлоградский ГСУ, зона степи	Cv, %
Орион, st.	4,50	2,64	1,94	4,01	2,54	34,51
Иртыш 21	4,46	2,68	2,85	4,00	2,52	26,36
Тарский 2	5,39	2,65	2,06	3,93	-	42,14
Памяти Богачкова	4,68	-	-	4,12	2,63	27,81
Факел	7,04	2,57	1,70	4,35	3,61	53,09
Сибирский геркулес	5,83	2,57	2,55	3,87	3,35	37,09
Сибирский голозерный, st.	5,05	1,66	1,01	2,88	2,85	57,33
Прогресс	3,40	1,77	1,85	2,60	1,56	33,99
Среднее по сортам	5,04	2,36	1,99	3,72	2,72	-
max	7,04	2,68	2,85	4,35	3,61	-
min	3,40	1,66	1,01	2,60	1,56	-
$S_{\bar{x}}$	0,38	0,16	0,21	0,22	0,23	-

Примечание. ГСУ – государственный сортоиспытательный участок; st. – стандартный сорт; $S_{\bar{x}}$ – абсолютная ошибка выборочной средней; Cv – коэффициент вариации.

Note. SSTG – State seed-trial ground plot государственный; st. – standard variety; $S_{\bar{x}}$ – absolute error of the sample mean; Cv – coefficient of variation.

21 и Прогресс имели повышенную урожайность при возделывании только в одной зоне (соответственно +0,89 т/га к стандарту в южной лесостепи Омского ГСУ; +0,91 и +0,84 т/га в тайге и подтайге). Сорта Факел и Сибирский геркулес характеризуются как высокоурожайные независимо от зоны возделывания. Так, Факел превышал стандарт на 2,54 т/га в южной лесостепи Омского ГСУ, на 0,34 т/га в северной лесостепи и на 1,07 т/га в зоне степи. Прибавка по урожайности сорта Сибирский геркулес составила 1,33 т/га в южной лесостепи Омского ГСУ; 0,61 т/га в зонах тайги и подтайги и 0,81 т/га в зоне степи.

Поводя итог, можно отметить, что наиболее адаптивные по содержанию белка в зерне сорта Сибирский голозерный, Прогресс, Орион и Тарский 2 не характеризовались повышенной урожайностью вследствие выявленной нами средней обратной сопряженности ($r = -0,436$) между данными показателями. Очевидно, стоит вести речь о конкуренции между качеством и количеством урожая и предложить либо вести селекцию овса по двум направлениям – по урожайности и качеству зерна отдельно, либо найти определенный баланс, позволяющий сочетать указанные показатели в одном сорте. Выявленные нами тенденции подтверждают литературные данные [20, 21].

ВЫВОДЫ

1. В условиях Западной Сибири в среднем за период исследований с 2011 по 2016 г. в питомнике КСИ содержание белка в зерне

овса составило 11,2% у пленчатых и 16,2% у голозерных сортов.

2. Согласно оценке по S.A. Eberhart и W.A. Russell, сочетали высокие стабильность и отзывчивость на улучшение условий среды ($bi > 1$, $\sigma^2 d < 1$) при формировании белка в зерна сорта Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Иртыш 23, Тарский 2, Факел и Сибирский геркулес.

3. Отзывчивы на условия выращивания сорта Сибирский голозерный, Прогресс, Скакун и Левша (по S.A. Eberhart и W.A. Russell $bi = 1,1 \dots 1,7$; по В. А. Драгавцеву $KM = 2,1 \dots 2,6$).

4. Высокая стрессоустойчивость (по А. А. Rossielle и J. Hemblin) наблюдалась у сортов Памяти Богачкова, Иртыш 13, Иртыш 23, Тарский 2, Скакун, Иртыш 21 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -1,6 \dots -2,5$). Высокой степенью соответствия между факторами среды и генотипом характеризовались сорта Левша, Сибирский голозерный, Прогресс ($\frac{Y_{\min} + Y_{\max}}{2} = 15,0 \dots 16,3$).

5. Сорта Левша, Сибирский голозерный и Прогресс относятся пластичным по А. А. Грязнову ($ИЭП = 1,3 \dots 1,4$) и к адаптивным по А. А. Животкову ($КА = 126,0 \dots 136,0\%$).

6. Рекомендуются для включения в селекционные программы, а также для возделывания в условиях Западной Сибири:

– наиболее адаптивные по белковости пленчатые сорта Сибирский голозерный, Прогресс, Левша, Иртыш 23, Орион, Тарский 2 (сумма рангов $29,0 \div 40,0$), а также голозерный сорт Левша (сумма рангов 47,0);

– высокоурожайные, независимо от зоны возделывания, сорта Факел (+0,34 – 2,54 т/га к стандарту) и Сибирский геркулес (+0,61 – 1,33 т/га).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баталова Г. А. Формирование урожая и качества зерна овса // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 1. – С. 10–13
2. Юсова О. А., Васюкевич С. В. Оценка коллекционных образцов овса по продуктивности и биохимическим показателям в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 7. – С. 33–39.
3. Сотник А. Я. Продуктивность и адаптивность сортов овса в условиях приобской лесостепи // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2017. – Т. 47. – № 1 (254). – С. 38–43.
4. Елисеев С. Л., Сатаев Э. Ф. Адаптивная реакция сортов овса на изменение временных и пространственных экологических условий // Перм. аграр. вестн. – 2018. – № 2 (22). – С. 44–49.

5. *Multivariate Analysis of Traits determining Adaptation in cultivated Barley* / I. Karsai, K. Mészáros, L. Láng [et al.] // *Plant Breeding*. – 2001. – N 120 (3). – P. 217–222. – DOI: 10.1046/j.1439-0523.2001.00599.x.
6. *Robinson L. H., Lahnstein J., Eglinton J. K.* The Identification of a Barley Haze active Protein that influences Beer haze stability: Cloning and Characterisation of the Barley se Protein as a Barley Trypsin Inhibitor of the Chloroform/Methanol Type // *Journal of Cereal Science*. – 2007. – N 45 (3). – P. 343–352. – DOI: 10.1016/j.jcs.2006.08.012.
7. *Лоскутов И. Г., Ковалева О. Н., Блинова Е. В.* Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – СПб.: Копи-Р, 2012. – 62 с.
8. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. – Изд. 6-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 35.
9. *Eberhart S. A., Russell W. A.* Stability parameters for comparing varieties // *Crop. Sci.* – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
10. *Драгавцев В. А., Цильке В. А., Рейтер Б. Г.* Генетика признаков продуктивности яровой пшеницы в Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1984. – 229 с.
11. *Грязнов А. А.* Карабальский ячмень. – Кустанай: Печат. двор, 1996. – 448 с.
12. *Животков Л. А., Морозова З. А., Секатиева Л. И.* Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // *Селекция и семеноводство*. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
13. *Rossielle A. A., Hemblin J.* Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments // *Crop. Sci.* – 1981. – Vol. 21, N 6. – P. 27–29.
14. *Гончаренко А. А.* Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // *Вестн. РАСХН*. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
15. *Иванова Ю. С., Фомина М. Н., Лоскутов И. Г.* Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи // *Достижения науки и техники АПК*. – 2018. – Т. 32, № 6. – С. 38–41.
16. *Hincha D. K.* Fructans from Oat and rye: Composition and Effects on Membrane Stability during Drying // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*. – 2007. – N 6. – P. 1611–1619. DOI: 10.1016/j.bbamem.2007.03.011.
17. *Николаев П. Н., Аниськов Н. А., Юсова О. А.* Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового ячменя в условиях Омской области // *Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад.* – 2018. – № 1. – С. 43–49. – DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48.
18. *Иванова Ю. С., Фомина М. Н.* Урожайность коллекционных образцов голозерного овса в условиях Северного Зауралья // *Сиб. вестн. с.-х. науки*. – 2017. – Т. 47. – № 3 (256). – С. 27–35.
19. *Фомина М. Н.* Урожайность пленчатых сортов овса и особенности её формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области // *Достижения науки и техники АПК*. – 2016. – Т. 30. – № 12. – С. 24–27.
20. *Байкалова Л. П., Долгова О. А.* Корреляционная зависимость содержания белка в зерне овса различных сортов от биологических и экологических факторов // *Кормопроизводство*. – 2018. – № 8. – С. 30–34.
21. *Игнатьева Е. Ю., Колмаков Ю. В., Пыко Т. Ю., Васюкевич С. В.* Изменчивость и соответствие оценок качества зерна овса в различных условиях выращивания // *Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та*. – 2017. – № 2 (148). – С. 11–16.

REFERENCES

1. *Batalova G. A.* Formirovanie urozhaya i kachestva zerna ovsa, *Dostizhenie nauki i tekhniki APK*, 2010, No. 1, pp. 10–13. (In Russ.)
2. *Yusova O. A., Vasyukevich S. V.* Ocenka kollekcionnyh obrazcov ovsa po produktivnosti i biohimicheskim pokazatelyam v usloviyah Yuzhnoj lesostepi Zapadnoj Sibiri, *Vestnik Altajskogo Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 7, pp. 33–39. (In Russ.)
3. *Sotnik A. Ya.* Produktivnost i adaptivnost sortov ovsa v usloviyah Priobskoy Lesostepi, *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2017, Vol. 47, No. 1 (254), pp. 38–43. (In Russ.)

4. Eliseev S. L., Sataev E. H. F. Adaptivnaya reakciya sortov ovsa na izmenenie vremennyh i prostranstvennyh ehkologicheskikh uslovij, *Permskij agrarnyj vestnik*, 2018, No. 2 (22), pp. 44–49. (In Russ.)
5. Karsai I, Mészáros K, Láng L, Hayes PM, Bedő Z. Multivariate Analysis of Traits determining Adaptation in cultivated Barley, *Plant Breeding*, 2001, No. 120 (3), pp. 217–222. DOI: 10.1046/j.1439–0523.2001.00599.x.
6. Robinson L. H., Lahnstein J., Eglinton J. K. The Identification of a Barley Haze active Protein that influences Beer haze stability: Cloning and Characterisation of the Barley se Protein as a Barley Trypsin Inhibitor of the Chloroform, *Methanol Type. Journal of Cereal Science*, 2007, No. 45 (3), pp. 343–352. DOI:10.1016/j.jcs.2006.08.012.
7. Loskutov I. G., Kovaleva O. N., Blinova E. V. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sohraneniyu mirovoj kollekcii yachmenya i ovsa* (Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats), SPb., OOO Kopi-R, 2012, p. 62.
8. Dosphehov B. A. *Metodika polevogo opyta* (Methods of field experience), Moscow, Agropromizdat, 1985, p. 35.
9. Eberhart S. A., Russell W. A. Stability parameters for comparing varieties, *Crop. Sci.*, 1966, Vol. 6, No. 1, pp. 36–40.
10. Dragavcev V. A., Cil'ke V. A., Rejter B. G. *Genetika priznakov produktivnosti yarovoj pshenicy v Zapadnoj Sibiri* (Genetics of signs of spring wheat productivity in Western Siberia), Novosibirsk, Nauka, 1984, p. 229.
11. Gryaznov A. A. *Karabal'skij yachmen* (Carbolic barley), Kustanaj, Kustanajskij pechatnyj dvor, 1996, p. 448.
12. Zhivotkov L. A., Morozova Z. A., Sekatueva L. I. Metodika vyyavleniya potencial'noj produktivnosti i adaptivnosti sortov i selekcionnyh form ozimoy pshenicy po pokazatelyu urozhajnosti, *Selekcija i semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3–6. (In Russ.)
13. Rossielle A. A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments, *Crop. Sci.*, 1981, Vol. 21, No. 6, pp. 27–29
14. Goncharenko A. A. Ob adaptivnosti i ehkologicheskoy ustojchivosti sortov zernovyh kul'tur, *Vestnik RASKHN*, 2005, No. 6, pp. 49–53. (In Russ.)
15. Ivanova YU. S., Fomina M. N., Loskutov I. G. Biohimicheskie pokazateli kachestva zerna u kollekcionnyh obrazcov ovsa golozernogo v usloviyah severnoj lesostepi, *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2018., Vol. 32, No. 6, pp. 38–41. (In Russ.)
16. Hinch D. K. Fructans from Oat and rye: Composition and Effects on Membrane Stability during Drying, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*, 2007, No. 6, pp. 1611–1619. DOI:10.1016/j.bbamem.2007.03.011.
17. Nikolaev P. N., Anis'kov N. A., YUsova O. A. Plastichnost», stabil'nost» i adaptivnost» kachestva zerna sortov yarovogo yachmenya v usloviyah Omskoj oblasti, *Vestnik ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2018, No. 1, pp. 43–49. DOI: 10.18286/1816–4501–2018–1–43–48. (In Russ.)
18. Ivanova Yu. S., Fomina M. N. Urozhajnost» kollekcionnyh obrazcov golozernogo ovsa v usloviyah severnogo Zaural'ya, *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2017, Vol. 47, No. 3 (256), pp. 27–35. (In Russ.)
19. Fomina M. N. Urozhajnost» plenchatyh sortov ovsa i osobennosti eyo formirovaniya v usloviyah severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti, *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, Vol. 30, No. 12, pp. 24–27. (In Russ.)
20. Bajkalova L. P., Dolgova O. A. Korrelyacionnaya zavisimost» sodержaniya belka v zerne ovsa razlichnyh sortov ot biologicheskikh i ehkologicheskikh faktorov, *Kormoproizvodstvo*, 2018, No. 8, pp. 30–34. (In Russ.)
21. Ignat'eva E. Yu., Kolmakov Yu. V., Pyko T. Yu., Vasyukevich S. V. Izmenchivost» i sootvetstvie ocenok kachestva zerna ovsa v razlichnyh usloviyah vyrashchivaniya, *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 2 (148), pp. 11–16. (In Russ.)

**ВЛИЯНИЕ САПРОПЕЛЯ НА КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПРИЗНАКИ,
ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ**^{1,2,3}**В.А. Соколов**, доктор биологических наук⁴**А.А. Чепуров**, кандидат геолого-минералогических наук¹**Э.А. Абдырахманова**, научный сотрудник¹Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН,
Новосибирск, Россия**Ключевые слова:** кукуруза, сапропель, количественные признаки, туки, фотосинтез, урожайность, органоминеральные удобрения²Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова,
Санкт-Петербург, Россия³Сургутский государственный университет, Сургут, Россия⁴Институт геологии и минералогии СО РАН им. В. С. Соболева, Новосибирск, Россия
E-mail: sokolov@mcb.nsc.ru

Реферат. Загрязнение водных бассейнов элементами минеральных удобрений, выносимых из почвы осадками и паводковыми водами, является значительной экологической проблемой. В связи с этим все активнее ставится задача минимизации количества вносимых удобрений и их физического закрепления в почве. В качестве одного из возможных подходов рассматривается внесение НРК туков в смеси с естественным органическим удобрением сапропелем. Этот компонент органоминеральных смесей добывается из озер Новосибирской области и его запасы оцениваются в 600 млн т. К настоящему моменту выявлено, что в составе сапропеля имеются хелатные агенты, которые активно захватывают молекулы удобрений и удерживают их от выноса влагой, а вместе с тем не препятствуют их усвоению растениями. Ранее мы показали существенный эффект сапропеля на продуктивность яровой пшеницы при его использовании на серых лесных почвах. При предпосевном внесении сапропеля в дозах 4 и 8 кг/м² было выявлено значительное увеличение индивидуальной продуктивности растений в сравнении с контролем, а также ее градуальный рост с увеличением вносимой дозы. В предлагаемой работе представлены результаты изучения влияния сапропеля при выращивании трех форм кукурузы. Это растения С4-пути фотосинтеза с гораздо более интенсивным усвоением CO₂ в единицу времени в сравнении с пшеницей, а следовательно, и с более активным потреблением минеральных элементов из почвы. Проведенные эксперименты позволили выявить генетический полиморфизм в ответ на внесенный сапропель по количественным признакам среди изученных образцов кукурузы.

**IMPACT OF SAPROPEL ON THE QUANTITATIVE PARAMETERS
OF CORN PRODUCTIVITY**^{1,2,3}**Sokolov V.A.**, Doctor of Biological Sc.⁴**Chepurov A.A.**, Candidate of Geology and Mineralogy¹**Abdyrakhmanova E.A.**, Research Fellow¹Institute of Molecular and Cell Biology SD RAS, Novosibirsk, Russia²Federal Research Centre Russian Institute of Genetic Resources of Plants named after N.I. Vavilov,
St.Petersburg, Russia³Surgut State University, Surgut, Russia⁴Institute of Geology and Mineralogy named after V.S. Sobolev, Novosibirsk, Russia

Key words: corn, sapropel, quantitative parameters, fertilizers, photosynthesis, crop yield, organomineral fertilizers.

Abstract. Pollution of water basins caused by the elements of mineral fertilizers removed from the soil by precipitation and floodwaters is a relevant environmental problem. In this regard, the aim is to minimize application of fertilizers and their propping in the soil. Application of NPK fertilizers in the mixture with natural organic fertilizer sapropel is seen as one of the possible approaches and solutions. This component of organomineral mixtures is extracted from the lakes in Novosibirsk Region; its reserves are estimated as 600 million tons. The paper highlights that sapropel contains chelate agents that take the molecules of fertilizers and keep them from moisture removal, and at the same time do not prevent their assimilation by plants. The researchers outlined a significant effect of sapropel on the productivity of spring wheat when it is applied on grey forest soils. When presowing application of sapropel dosed as 4 and 8 kg/m², the researchers observed significant increase of crops individual productivity in comparison with that in the control group, and gradual growth caused by higher dose applied. The paper highlights the experimental results of the impact caused by sapropel when growing three forms of corn. These are C4-photosynthetic crops, with much more intensive assimilation of CO₂ per unit of time in comparison with wheat, and therefore with a more active consuming of mineral elements from the soil. The experiments revealed genetic polymorphism of the studied samples of corn in response to sapropel applied according to quantitative parameters.

Все возрастающие требования к экологическим показателям экономической активности ставят задачу более эффективного использования минеральных удобрений в агрономии. Кроме того, транспортные издержки и высокая стоимость энергоносителей существенно снижают возможности сельхозпроизводителей в их применении. В этой связи широко дискутируется вопрос о вовлечении сапропелей в качестве компонента органоминеральных смесей с целью пролонгирования эффекта вносимых NPK туков и снижения их дозы на гектар пашни. При этом достигается сразу два эффекта. Прежде всего, внесенные минеральные удобрения действуют достаточно длительное время, так как сапропель удерживает их от вымывания дождевыми стоками и паводковыми водами, поскольку содержит хелатные агенты. Кроме того, он является источником органических соединений, необходимых для активного роста и развития растений, а также значительного количества микроэлементов.

Сапропели являются естественными осадочными смесями и их запасы в Новосибирской области оцениваются не менее чем в 600 млн т. Их использование в чистом виде рентабельно только в радиусе 50 км от места добычи. Однако экономическая

оценка использования сапропеля совместно с минеральными удобрениями говорит о том, что оно будет экономически оправданным практически на всей территории области. Сапропели, добываемые в Западной Сибири, содержат фульвокислоты и гуминовые кислоты, макро- и микроэлементы, витамины, аминокислоты, природные стимуляторы роста, полезную микрофлору, что способствует эффективному питанию и росту растений.

Исследование, проведенное нами ранее, по выяснению эффекта сапропеля на продуктивность яровой пшеницы, выращиваемой на серых лесных почвах, показало высокую эффективность его воздействия на продуктивность отдельных растений и их урожайность [1]. При этом был выявлен градуальный эффект дозы внесенного сапропеля.

В данной работе мы решили проверить действие сапропеля на трех формах кукурузы. Это растение обладает совершенно иными требованиями к плодородию и химическому составу почв. Дело в том, что кукуруза является растением C₄-пути фотосинтеза. Поэтому ее метаболизм активнее, чем у пшеницы, и она фиксирует в единицу времени значительно большее количество CO₂, потребляя при этом большее количество воды и элементов минерального питания. В этой

связи представлялось интересным выяснить влияние сапропеля на экспрессию некоторых количественных признаков, часто используемых в качестве селекционных параметров при работе с образцами кукурузы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Растительный материал в настоящем исследовании был представлен тремя формами кукурузы. Первая – это тетраплоидный сорт белозерной кукурузы (ТШ), полученный академиком В. К. Шумным в начале 60-х гг. прошлого столетия для исследований по закреплению гетерозиса. По нашим данным, это единственный в мире белозерный представитель этого вида с тетраплоидным набором хромосом. Его растения достаточно пластичны и при отсутствии ранних заморозков успешно вызревают в Новосибирской области. При этом период вегетации составляет 100–110 дней. Две другие формы (№ 573 и № 611) являются линиями, используемыми в гибридной селекции на гетерозис, и созданы в ООО НПО «КОС МАИС» под руководством кандидата биологических наук В. Г. Гаркушки. Растения этих форм в агроклиматических условиях нашей области не вызревают, но были взяты нами как представители нового поко-

ления кукурузы интенсивного типа. В этой связи представлялась интересной реакция такого типа растений на внесение сапропеля. Материал выращивали на черноземной почве Экспериментального участка ИЦиГ СО РАН в блоках по 4 м² (длина 5 м, ширина 0,8 м), на которых размещали 56 растений в 7 рядов с расстоянием между ними 70 см, а между растениями 10 см. Сапропель вносили из расчета 7 кг/м².

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ Microsoft Office Excel и проверкой достоверности результатов с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1–3, отдельно для каждой из изученных форм кукурузы. Сразу подчеркнем, что число растений линии № 611 (табл. 3) недостаточно велико для полноценного статистического анализа, и мы приводим его только для того, чтобы подчеркнуть верность выявленной тенденции по возрастанию величины количественных признаков в поставленном полевом эксперименте, полученной при изучении двух других форм. По всей

Таблица 1

Влияние сапропеля на количественные признаки тетраплоидной кукурузы
Impact of sapropel on the quantitative parameters of tetraploid corn

Показатель	Опыт	Контроль
Число растений, шт.	43	30
Высота растения, см	222,60 ± 2,99***	195,50 ± 4,59
Высота закладки 1-го початка, см	74,20 ± 1,92***	62,20 ± 1,84
Длина метелки, см	43,60 ± 1,85*	39,40 ± 1,07
Число ветвей в метелке, шт.	14,40 ± 0,77	12,80 ± 0,77
Число листьев выше 1-го початка, шт.	4,10 ± 0,09**	3,80 ± 0,09
Длина припочаткового междоузлия, см	20,5 ± 0,38*	18,60 ± 0,93
Длина припочаткового листа, см	100,10 ± 1,52**	94,00 ± 1,44
Ширина припочаткового листа, см	6,60 ± 0,13*	6,30 ± 0,12
Число узлов, шт.	9,40 ± 0,11	9,10 ± 0,16
Число стеблей, шт.	1,10 ± 0,06	1,00 ± 0,03

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

Hereinafter: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Таблица 2

Влияние сапропеля на количественные признаки линии № 573
Impact of sapropel on the quantitative parameters of line 573

Показатель	Опыт	Контроль
Число растений, шт.	16	17
Высота закладки 1-го початка, см	78,30 ± 2,28**	70,20 ± 1,49
Длина метелки, см	31,00 ± 0,91	29,50 ± 1,03
Число ветвей в метелке, шт.	13,20 ± 0,57	13,70 ± 0,45
Число листьев выше 1-го початка, шт.	6,30 ± 0,18	6,20 ± 0,11
Длина припочаткового междоузлия, см	18,80 ± 2,01*	13,90 ± 0,26
Длина припочаткового листа, см	92,70 ± 1,47***	82,30 ± 1,04
Ширина припочаткового листа, см	8,80 ± 0,17*	8,30 ± 0,18
Число узлов, шт.	13,40 ± 0,38	12,80 ± 0,22
Число стеблей, шт.	1,10 ± 0,09	1,00 ± 0,00

видимости, гибель растений этой линии на стадии прорастания и всходов связана с низкими температурами, характерными для конца весны и начала лета 2018 г. в Новосибирске.

Как следует из табл. 1, из 10 изученных в опыте признаков 7 показывают отличия от контроля с разной степенью достоверности. Признаки же, по которым в опытном варианте не получено статистически значимых отличий при использованных выборках, тем не менее имеют более высокие значения. А это значит, что при вовлечении большего числа растений в опыт и контроль и уменьшении ошибки среднего мы бы наблюдали среди них также достоверную разницу.

Оценивая эффект внесения сапропеля под тетраплоидную кукурузу на основе полученных данных, мы вправе заключить, что

абсолютное большинство изученных признаков продемонстрировали достоверное возрастание своих величин. Поэтому мы с уверенностью можем говорить о существенном влиянии сапропеля на ценные для селекции кукурузы признаки.

Аналогичная картина, но в несколько ослабленной форме, наблюдается и для линии № 573 (табл. 2).

Здесь 4 признака из 10 демонстрируют достоверные отличия с разным уровнем значимости, а остальные имеют более высокие, но статистически недостоверные показатели (кроме числа ветвей в метелке). Вполне вероятно, что по ним также могли быть получены значимые отличия от контроля при увеличении величины выборки. Но даже при таких результатах мы можем заключить

Таблица 3

Влияние сапропеля на количественные признаки линии № 611
Impact of sapropel on the quantitative parameters of line 611

Показатель	Опыт	Контроль
Число растений, шт.	7	13
Высота закладки 1-го початка, см	88,60 ± 2,84	84,70 ± 2,71
Длина метелки, см	35,40 ± 0,65*	33,10 ± 0,80
Число ветвей в метелке, шт.	12,30 ± 0,68	11,80 ± 0,58
Число листьев выше 1-го початка, шт.	5,90 ± 0,26	5,80 ± 0,15
Длина припочаткового междоузлия, см	16,60 ± 0,48	16,70 ± 0,52
Длина припочаткового листа, см	81,90 ± 3,19	80,90 ± 0,46
Ширина припочаткового листа, см	10,90 ± 0,26*	10,20 ± 0,18
Число узлов, шт.	12,30 ± 0,18	12,10 ± 0,14
Число стеблей, шт.	1,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00

о значительном эффекте сапропеля на экспрессию количественных признаков у этой линии, несмотря на ее выращивание в не свойственных для данной формы агроэкологических условиях.

Для параметров количественных признаков, выявленных у линии № 611 (табл. 3), показано достоверное отличие лишь по 2 из 10, хотя остальные (кроме длины припочаткового междоузлия) также имеют большие значения у опытных растений в сравнении с контрольным вариантом.

Таким образом, в результате проведенного полевого эксперимента с внесением сапропеля под кукурузу мы наблюдаем такие же результаты, как полученные другими авторами при использовании широкого набора сельскохозяйственных культур [2–4]. При этом часто возрастает не только урожайность формы, под которую он был внесен, но улучшаются её качественные показатели [5–7]. Кроме того, показана эффективность использования сапропеля в качестве компонента органоминеральных удобрений, а также его положительное действие на плодородие почвы [8–11].

Наши результаты позволяют надеяться на то, что в ближайшее время будет органи-

зовано системное изучение эффекта сапропеля и его органоминеральных смесей, а также выстроена экономически обоснованная логистика использования этого естественного удобрения. Несомненно, что этот натуральный продукт может широко применяться не только под зерновые и картофель, но и под садовые и овощные культуры без опасности возрастания в них количества нитратов, нитритов и их органических производных, способных модифицировать ДНК.

ВЫВОДЫ

1. Сапропель при внесении под кукурузу в агроклиматических условиях Новосибирской области положительно влияет на усиление экспрессии абсолютного большинства хозяйственно-ценных количественных признаков.

2. Используемые в опыте формы кукурузы отличаются по отзывчивости на внесение сапропеля. При этом адаптированная к условиям Сибири тетраплоидная белозерная форма демонстрирует более значимое возрастание величин большинства из 10 изученных признаков в сравнении с диплоидными линиями, возделываемыми в Краснодарском крае.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соколов В.А., Чепуров А.А. Изучение влияния сапропеля на продуктивность яровой пшеницы // Вестн. НГАУ. – 2018. – № 1 (46). – С. 60–67.
2. Васильев А.А. Влияние сапропелей на урожайность картофеля и плодородие выщелоченных черноземов // Перм. аграр. вестн. – 2014. – № 1 (5). – С. 3–9.
3. Плотников А.М., Созинов А.В. Влияние сапропелей на урожайность зерновых культур и кислотность выщелоченного чернозема // Междунар. н.-и. журн. – 2016. – № 4 (46), ч. 6. – С. 61–65.
4. Плотников А.М. Урожайность и качество зерна пшеницы при использовании сапропеля в центральной части Курганской области // Вестн. Курган. ГСХА. – 2014. – № 4 (12). – С. 27–29.
5. Плотников А.М., Башмакова Е.О., Канашова Е.Е. Влияние сапропеля, извести и минеральных удобрений на кислотность чернозёма выщелоченного // Молодой ученый. – 2016. – № 6. – С. 30–32.
6. Лапа В.В., Босак В.Н. Применение удобрений и качество урожая: монография. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2006. – 120 с.
7. Серая Т.М., Богатырева Е.Н., Бирюкова О.М. Влияние сапропелей на продуктивность звена севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы // Почвоведение и агрохимия. – 2015. – № 1 (54). – С.160–171.
8. Мукина Л.Р. Эффективность применения сапропелей и органоминеральных удобрений на основе сапропеля на пойменных орошаемых почвах Красноярского края // Сапропель и продукты его переработки: материалы междунар. науч.-произв. конф. – Омск, 2008. – С. 17–20.

9. Сапропель и перспективы его использования в аграрном секторе экономики / А.С. Митюков, В.А. Румянцев, Л.Н. Крюков, Г.С. Ярошевич // Общество. Среда. Развитие. – 2016. – № 2. – С. 110–114.
10. Биологическое действие сапропеля / В.В. Платонов, А.А. Хадарцев, С.Н. Чуносков, К.Я. Фридзон. // Фундаментал. исследования. – 2014. – № 9, ч. 11. – С. 2474–2480.
11. Штин С.М. Озерные сапропели и их комплексное освоение. – М.: Моск. гос. горн. ун-т, 2005. – 373 с.

REFERENCES

1. Sokolov V.A. Chepurov A.A., *Vestnik NGAU*, 2018, No. 1 (46), pp. 60–67. (In Russ.)
2. Vasiliev A.A. *Perm agrarian Bulletin*, 2014, No. 1 (5), pp. 3–9. (In Russ.)
3. Plotnikov A.M., Sozinov A.V. *International Research Journals*, 2016, No. 4 (46), part 6, pp. 61–65. (In Russ.)
4. Plotnikov A.M. *Vestnik Kurganskoj GSHA*, 2014, No. 4 (12), pp. 27–29. (In Russ.)
5. Plotnikov A.M., Bashmakova E.O., Kanashova E.E., *Molodoy uchenyy*, 2016, No. 6, pp. 30–32. (In Russ.)
6. Lapa V.V., Bosak V.N. *Primenenie udobrenii i kachestvo urozhaya: monografiya* (Fertilizer use and crop quality: monograph) In. soil science and agrochemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, 2006, 120 p.
7. Seray T.M, Bogatyreva E.N., Biryukova O.M. *Soil science and agricultural chemistry*, 2015, No. 1 (54), pp. 160–171. (In Russ.)
8. Mukina L.R. *Sapropel and it is product* (Proceedings of the International Scientific and Industrial Conference), Omsk, 2008, pp. 17–20. (In Russ.)
9. Mityukov A.S., Rummyantsev V.A., Kryukov L.N., Yaroshevich G.S. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye*, 2016, No. 2, pp. 110–114. (In Russ.)
10. Platonov V.V., Khadartsev A.A., Chunosov S.N., Fridzon K.YA. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2014, No. 9, pp. 2474–2480. (In Russ.)
11. Shtin S.M., *Ozernyye sapropeli i ikh kompleksnoye osvoyeniye* (Lake sapropel and their integrated development), Moscow: Moscow State Mining University, 2005, 373 p.

СОДЕРЖАНИЕ И КАЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ГУМУСА КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ В ДИНАМИКЕ МНОГОЛЕТНИХ РЯДОВ СИСТЕМАТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

А. К. Уланов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Л. В. Будажапов, доктор биологических наук, профессор

Т. П. Лапухин, доктор сельскохозяйственных наук

А. С. Билтуев, кандидат биологических наук, доцент

Бурятский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства, Улан-Удэ, Россия

E-mail: burnish@inbox.ru

Ключевые слова: каштановая почва, длительный опыт, система удобрений, содержание и запасы гумуса, фракционно-групповой состав гумуса, экспоненциальные уравнения

Реферат. По результатам длительного агрохимического опыта установлены количественные и качественные изменения гумусного состояния каштановой почвы при систематическом применении органических и минеральных удобрений. В отсутствие удобрений исходное содержание гумуса в почве в контроле снижалось и в среднем на 48-й год исследований достигло своего минимального уровня $-0,94 \pm 0,03 \%$. За весь период в неудобренном варианте почва утратила 28,3 % исходного количества гумуса, или 11,0 т/га, со среднегодовой величиной потерь 228 кг. В скоростном проявлении кинетические параметры снижения гумуса в почве контрольного варианта достигали $k = 0,008 \text{ год}^{-1}$. Содержание гумуса почвы при систематическом внесении полного минерального удобрения оказалось достоверно выше, чем в контрольном варианте, и достигло $1,17 \pm 0,05 \%$ к последнему сроку определения. Константа скорости снижения в варианте минерального удобрения составила $k = 0,003 \text{ год}^{-1}$. Среднегодовое поступление корневых и пожнивных остатков в варианте с полным минеральным удобрением после 30 лет исследований компенсировало потери гумуса и стабилизировало его содержание. Снижение запасов гумуса в почве проявилось в соответствующем уменьшении ежегодных потерь, которые в первые 16 лет достигали 131 кг/га, с дальнейшей за 14 лет величиной убыли 107 кг/га, при последующем 12-летнем их отсутствии и незначительном снижении в последние 7 лет – 41 кг/га. Бездефицитный и положительный баланс гумуса обеспечивал только вариант с внесением навоза. Содержание гумуса в почве за 48 лет внесения достигло $1,50 \pm 0,04 \%$ и значительно превышало исходное содержание. В среднем за период исследований почва при внесении навоза пополнила свои запасы на 5,6 т/га со среднегодовым ежегодным приростом по 117 кг/га. Кинетика увеличения содержания гумуса в почве в варианте с навозом имела константу скорости роста $k = 0,002 \text{ в год}$. Ранжирование положительных количественных ($C_{\text{общ}}, \%$) и качественных (ГК : ФК) изменений гумуса в почве по вариантам оценки в динамике многолетних рядов происходит в ряду: без удобрений (0,56 % и 0,75) → полное удобрение NPK (0,69 % и 0,79) → навоз (0,86 % и 0,92).

QUALITATIVE CONCENTRATION OF HUMUS OF CHESTNUT SOILS CONSIDERING MANY-YEAR FERTILIZING

Ulanov A.K., Candidate of Agriculture, Associate professor

Budazhapov L.V., Doctor of Biological Sc., Professor

Lapukhin T.P., Doctor of Agricultural Sc.

Biltuev A.S., Candidate of Biology, Associate Professor

Key words: chestnut soil, long-term experiment, fertilization system, concentration and reserves of humus, fraction and group composition of humus, exponent equation.

Abstract. *The results of long-term agrochemical experiments highlight quantitative and qualitative changes in the humus status of chestnut soil when applying organic and mineral fertilizers. When fertilizers were not applied, the initial humus concentration in the soil was reduced and on average reached its minimum level of $0.94 \pm 0.03\%$ in the 48th year of research. During the whole period in the unfertilized variant, the soil lost 28.3% of the initial amount of humus, or 11.0 t/ha, with an average annual loss of 228 kg. Kinetic parameters of humus reducing in the soil of the control variant reached $k = 0.008 \text{ year}^{-1}$ in rapid manifestation. When mineral fertilizers were applied, the humus concentration was higher than in the control variant and reached $1.17 \pm 0.05\%$ by the last date of determination. The reduction rate in the variant of applying mineral fertilizer was $k = 0.003 \text{ year}^{-1}$. The average annual inflow of root and stubble residues when applying mineral fertilizers compensated humus losses and stabilized its concentration after 30 years of research. Reducing of humus reserves in the soil revealed in a corresponding reduction of annual losses, which reached 131 kg/ha in the first 16 years, with further decrease of 107 kg/ha in 14 years, followed by their absence and slight decrease in the last 7 years - 41 kg/ha. Deficient and positive balance of humus was provided by the variant with manure application. The humus concentration in the soil for 48 years of applying fertilizers reached $1.50 \pm 0.04\%$ and significantly exceeded the initial concentration. On average, during the research period the soil multiplied its reserves on 5.6 t/ha with an average annual growth rate of 117 kg/ha. Kinetics of humus concentration increase in soil in the variant with manure application had a growth rate constant $k = 0.002$ per year. Ranking of positive quantitative (S gen, %) and qualitative (HC: FC) changes of humus in soil according to estimation variants in dynamics of perennial series occurs in a row: no fertilizers (0.56 % and 0.75) → complete fertilization NPK (0.69 % and 0.79) → manure (0.86 % and 0.92).*

Гумус почвы, сформированный из органических веществ и соединений растительно-го, животного и микробного происхождения, прошедших гумификационные и негумификационные стадии стабилизации, формирует и поддерживает основные функции почвы и придает ей уникальное свойство – создание и сохранение плодородия почвы [1]. В пахотных агроландшафтах главная роль в сохранении и воспроизводстве гумуса, трансформации гумусовых веществ принадлежит основным агротехническим приемам земледелия, где применению органических и минеральных удобрений, наряду с системами и способами использования пашни, придается особое значение [2, 3].

Положительное действие минеральных и особенно органических удобрений на гумусное состояние почв европейской части России и Западной Сибири доказано в серии классических длительных исследова-

ний и обобщено в современной литературе [4–8]. Подобное накопление аналитических результатов, их объединение в базы данных позволило глубже проанализировать изменение органического вещества почвы, выявить темпы минерализации и накопления гумуса, разработать модели и предложить концепцию воспроизводства содержания гумуса в агроландшафтах.

В этом плане реакция гумуса почв Бурятии не является исключением [9–12]. Однако доказательная база последних диктует необходимость более детальных подходов и оценок влияния длительного применения минеральных и органических удобрений на гумусное состояние каштановой почвы с выявлением направленности и интенсивности этих изменений. При этом перед нами ставились следующие задачи: на основании анализа почти полувековых исследований установить минимальный уровень содержания гумуса без при-

менения удобрений; определить возможности стабилизации его содержания при внесении минеральных удобрений и расширенного воспроизводства при использовании навоза; выявить темпы и скорости количественных изменений содержания гумуса и на их основе разработать математические модели с трендом многолетней динамики; дать оценку изменения фракционно-группового состава гумуса под влиянием систематического применения удобрений.

Цель исследований – обосновать количественные и качественные изменения гумусного состояния каштановой почвы в динамике многолетних рядов в результате систематического применения минеральных и органических удобрений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Длительный опыт с систематическим внесением удобрений заложен в Бурятии в 1967 г. по инициативе Г.П. Колмакова при методическом руководстве ВИУА.

Климат зоны резко-континентальный. В период проведения опыта (1967–2015 гг.) среднегодовая сумма осадков составляла $234,2 \pm 9,8$ мм при отрицательных среднегодовых температурах воздуха ($-0,67 \pm 0,14$ °C). Большая часть осадков ($198,6 \pm 9,1$ мм) выпадала в период вегетации культур с мая по сентябрь. Дефицит атмосферного увлажнения был характерен для мая и начала июня. При резком росте среднесуточных температур и интенсивных сухих ветрах для этого периода характерна типичная весенне-раннелетняя засуха. Начиная с третьей декады июня условия вегетации становились более благоприятными, уве-

личению количества осадков соответствовал и рост температур. ГТК по Селянинову с мая по август возрастал соответственно от 0,7 в мае до 0,8 июне и 1,2 в июле и августе. Территория характеризовалась укороченным периодом биологической активности почв, при этом наибольшая интенсивность минерализационных процессов наблюдалась в июле и августе. Среднемноголетняя динамика влажности почвы под вегетирующими культурами характеризовалась относительно постоянными неудовлетворительными их запасами в пахотном горизонте (менее 20 мм) с мая по август. В целом за весь период активного водопоглощения запасы влаги в почве оценивались как плохие или неудовлетворительные.

Длительный агрохимический опыт проводился на каштановой почве, обладающей низким потенциальным плодородием: содержание гумуса – $1,31 \pm 0,38\%$, общего азота – $0,11 \pm 0,04\%$; близкой к нейтральной реакцией среды ($pH_{\text{водн.}} 6,5 \pm 0,1$); высоким содержанием подвижного P_2O_5 (231 ± 22 мг/кг) и обменного K_2O (101 ± 14 мг/кг) по Чирикову.

Гранулометрический состав почвы опытного участка формировался при доминировании мелкого песка, который не имел развитой активной поверхности (табл. 1).

Схема опыта включает 13 вариантов. Изучение гумусного состояния почвы проводили в трех вариантах опыта: 1) контроль – без удобрений; 2) $N_{40}P_{40}K_{40}$; 3) навоз 20 т/га. Действие удобрений в период 1967–1981 гг. изучали в шестипольном севообороте: пар – пшеница – пшеница – кукуруза – пшеница – овес, а с 1982 г. и по настоящее время в четырехпольном зернопаровом севообороте: пар – пшеница – овес – овес на

Таблица 1

Гранулометрический состав каштановой почвы опытного стационара
Grain texture of chestnut soil at the experimental plot

Глубина, см	Содержание (%) фракций диаметром, мм						
	1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	< 0,01
0–10	21,9	42,5	19,1	5,0	3,4	8,1	16,5
10–20	22,8	39,9	20,6	4,6	2,5	9,8	16,7
20–30	23,6	43,6	18,0	2,3	3,1	9,4	14,8

зерносеял. Севооборот развернут во времени и пространстве. Площадь делянки – 112 м², учетная площадь – 100 м², повторность четырехкратная. Минеральные удобрения (аммиачную селитру, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий) вносили вручную. Подстилочный твердый полуперепревший навоз вносили навозоразбрасывателем (РОУ-6) летом под основную обработку в пар. Основная обработка почвы в севообороте отвальная на глубину 20–22 см.

Анализ почвы на основные показатели гумусного состояния проводили общепринятыми методами: содержание гумуса определяли по И.В. Тюрину в модификации В.Н. Симаква [13], фракционно-групповой состав – по методу И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой, Т.А. Плотниковой [14]. Результаты почвенных анализов подвергнуты математической обработке [15]. Скоростные параметры изменения содержания гумуса представлены кинетическими константами (k) скорости по регрессии экспоненты с использованием пакета стандартных программ (Microsoft Office Excel 2012). Кинетические константы (k) выведены из уравнения экспоненциальной регрессии: $y = a e^{kt}$, где a – константа; e – основание натурального логарифма; k – константа скорости изменения содержания гумуса, t – порядковый номер года. Полученные кинетические параметры изменения содержания гумуса характеризуют скоростные величины для сухой степи Забайкалья и сопредельных территорий Сибири и Монголии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты влияния практически полувекового систематического внесения минеральных и органических удобрений на гумусное состояние позволили раскрыть более развернутую панораму изменений этого важнейшего сегмента почвенного плодородия при повсеместной аридности почвенных процессов, скудном поступлении органического материала и низкой микробиологической активности почвы.

В отсутствие удобрений в течение почти 50 лет исходное содержание в контроле значительно снижалось и в среднем к 2015 г. не превышало $0,94 \pm 0,03\%$ (табл. 2). Причина столь масштабного снижения гумуса в этой индикации общепризнанна, и отклик изучаемой почвы не стал исключением. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание гумуса в каштановой почве в неудобренном варианте практически достигло своего минимального уровня. По мнению исследователей [1, 8, 16–18], такое количество гумуса можно отнести к категории «базисного минимума» и рассматривать как точку отсчета при решении проблемы оптимизации факторов плодородия.

Количество критического, или инертного гумуса определяется главным образом гранулометрическим составом почвы и содержанием в ней физической глины, что закономерно соответствовало изучаемой почве (табл. 1). При этом провинциальные особенности гумусообразования каштановых почв Забайкалья: наличие длительной сезонной мерзлоты, общая низкая биологическая активность по-

Таблица 2

Динамика изменения содержания гумуса в слое почвы 0–20 см при систематическом применении удобрений, % (МО-1)

Dynamics in the changes of humus concentration in the soil layer 0–20 cm when applying fertilizers on a regular basis, % (MO-1)

Вариант	1967 г.	1981 г.	1996 г.	2008 г.	2015 г.
Без удобрений	$1,31 \pm 0,05$	$1,17 \pm 0,05$	$1,09 \pm 0,04$	$0,96 \pm 0,02$	$0,94 \pm 0,03$
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	$1,31 \pm 0,05$	$1,24 \pm 0,05$	$1,19 \pm 0,04$	$1,19 \pm 0,04$	$1,18 \pm 0,05$
Навоз 20 т/га	$1,31 \pm 0,05$	$1,37 \pm 0,04$	$1,41 \pm 0,03$	$1,48 \pm 0,03$	$1,50 \pm 0,04$
НСР ₀₅ , %		0,06	0,08	0,10	0,09

чвы, неравномерный характер распределения осадков при сильном иссушении поверхностных горизонтов в весенний и раннелетний периоды, по мнению ученых [11], определяют наличие постоянного количества консервативных форм гумуса. Кроме того, современными исследованиями [19] установлено, что кумулятивный эффект циклов высушивания, увлажнения, замораживания, оттаивания проявляется не столько в убыли валового содержания $C_{орг}$ из почвы, сколько в уменьшении минерализационного потенциала почвенного органического вещества.

Среднестатистическое содержание гумуса почвы в случае систематического внесения полного минерального удобрения оказалось достоверно выше контрольного варианта и достигло $1,18 \pm 0,05\%$ к последнему сроку определения. При всей позитивности этих оценок длительное внесение минеральных удобрений не обеспечивало достижение исходного содержания гумуса в почве. Тем не менее почвенная система в отношении гумусного состояния, несомненно, проявила положительный отклик на поступление минеральных туков, обеспечивая значительно меньшие количественные и скоростные темпы снижения исходного содержания гумуса в изучаемой почве. Подобное, по нашему мнению, обусловлено компенсацией потерь гумуса почвы поступлением корневых и пожнивных остатков, обеспечивающим устойчивое его содержание на уровне $1,18\text{--}1,19\%$, т.е. среднегодовое поступление корневых и пожнивных остатков в варианте с полным минеральным удобрением после 30 лет исследований компенсирует потери гумуса и стабилизирует его содержание. Однако, согласно шкале

градации пахотных почв РФ, по степени содержания гумуса в пахотном слое [1] данное количество в варианте с внесением минеральных удобрений соответствует первому классу гумусированности каштановых почв региона – меньше минимального уровня – и требует привнесения свежих порций органического вещества – навоза.

Бездефицитный и положительный баланс гумуса обеспечивал только вариант с внесением навоза. Содержание гумуса в почве за 48 лет внесения достигло $1,50 \pm 0,04\%$ и значительно превышало исходное содержание. В концептуальном понимании такой характер отклика связан с привнесением в почву как готовых форм гумусовых веществ, так и полуразложившихся органических остатков [20], а равно с особенностями внутрисочвенной трансформации органической массы и более ускоренным и насыщенным включением в группы и фракции органического вещества и гумуса почв [1–3]. По всей видимости, последнее для изучаемой почвы сухой степи не стало исключением.

Тренд изменения содержания гумуса в вариантах длительного агрохимического опыта описывался экспоненциальными уравнениями с низкими средними ошибками (табл. 3). В масштабе скоростных изменений кинетические параметры снижения гумуса в почве контрольного варианта оказались высокими и достигали $k = 0,008 \text{ год}^{-1}$. В варианте полного минерального удобрения константа скорости снижения составила $k = 0,003 \text{ год}^{-1}$ и оказалась вдвое ниже, чем в варианте без внесения удобрений. Позитивный отклик гумусного состояния почвы косвенно подтвердился и масштабами скоростных изменений

Таблица 3

Эмпирические модели изменения содержания гумуса ($y, \%$) в слое 0–20 см почвы при систематическом применении удобрений

Empirical models of changes in humus concentrations ($y, \%$) in the soil layer 0–20 cm when applying fertilizers on a regular basis

Вариант	Модель прогноза	Константа скорости (k)	Средняя ошибка аппроксимации ($\bar{A}$), %
Без удобрений	$y = 1,323 e^{-0,008t}$	$0,008 \text{ год}^{-1}$	1,15
$N_{40}P_{40}K_{40}$	$y = 1,300 e^{-0,003t}$	$0,003 \text{ год}^{-1}$	1,16
Навоз 20 т/га	$y = 1,305 e^{0,002t}$	$0,002 \text{ в год}$	0,52

гумусности почвы в варианте с внесением 20 т/га, которые в отличие от вариантов без и с внесением минеральных удобрений отражали кинетику увеличения содержания гумуса в почве с константой скорости роста $k = 0,002$ в год. В целом многолетняя динамика в варианте без удобрений соотносилась с перманентно-минимальным трендом, в варианте с использованием минеральных удобрений – с равновесно-сбалансированным и в варианте с внесением навоза – с аккумуляционно-насыщающим.

Соответственно экспоненциальному характеру изменения содержания гумуса в почве отмечалась и трансформация его запасов в слое 0–20 см (табл. 4). Среднегодовые потери гумуса изучаемой почвы в отсутствие применения удобрений в течение первых 16 лет (1967–1982) составили 393 кг/га с последующей убылью за 14 лет (1983–1996) 192 кг/га, ежегодным уменьшением за следующие 12 лет (1997–2008) порядка 98 кг/га и в последние 7 лет (2008–2015) – 85 кг/га. Соответственно за весь период проведения исследований в неудобренном варианте почва утратила 28,3% исходного гумуса, или 11,0 т/га, со среднегодовой величиной потерь 228 кг/га.

Фактические потери исходного содержания гумуса каштановой почвы в динамике многолетних рядов при внесении полного минерального удобрения оказались втрое ниже контрольного варианта и составили 3,8 т/га со среднегодовой убылью 80 кг/га. Отклик снижения запасов гумуса в почве проявился в адекватном уменьшении ежегодных потерь, которые в первые 16 лет (1967–1982) достигали 131 кг/га, с дальней-

шей за 14 лет (1983–1996) величиной убыли 107 кг/га, при последующем 12-летнем (1997–2008) их отсутствии и незначительном снижении в последние 7 лет (2008–2015) – 41 кг/га.

В среднем за почти полувековой период исследований каштановая почва при внесении в паровое поле навоза в дозе 20 т/га пополнила свои запасы на 5,6 т/га со среднегодовым ежегодным приростом по 117 кг/га. При этом наибольшее увеличение запасов гумуса произошло в первые 16 лет (1967–1982) с ежегодным приращением по 194 кг/га. В последние 32 года (1983–2015) пополнение запасов гумуса было стабильным по годам с ежегодным увеличением от 71 до 84 кг/га.

Следовательно, полученные результаты по длительному воздействию различных систем удобрений (48 лет) на содержание и запасы гумуса каштановой почвы подтвердили результаты длительных опытов в других регионах России [8] о стремлении ее к квазиравновесному состоянию, когда активные изменения в начале опытов завершаются стабилизацией количества углерода на определенном уровне при постоянном использовании одних и тех же опытных программ и приемов их агротехнического обеспечения.

Установленные в ходе многолетних наблюдений количественные и скоростные изменения в содержании каштановой почвы по разным вариантам оценки отразились на качественном составе гумуса этой почвы. Ранее аналогичные характеристики в менее длительных ($n \leq 10-12$) и краткосрочных ($n = 3-5$) исследованиях под воздействием вносимых удобрений, в т.ч. органиче-

Таблица 4

Изменение запасов гумуса в слое 0–20 см почвы при систематическом применении удобрений по периодам определения, кг/га в год

Changes in humus reserves in the soil layer 0–20 cm when applying fertilizers in specific periods, kg/ha per year

Вариант	Года				
	1967–1982	1982–1996	1996–2008	2008–2015	1967–2015
Без удобрений	- 393	- 192	- 98	- 85	- 228
$N_{40}P_{40}K_{40}$	- 131	- 107	0	- 41	- 80
Навоз 20 т/га	+ 194	+ 71	+76	+84	+ 117

ских, представлены в единичных работах [11]. Соответственно, направленность качественного изменения в содержании углерода в группах и фракциях гумуса почвы под воздействием многолетней систематической нагрузки (42 года) минеральных и органических удобрений представляет устойчивую панораму разного отклика и служит индикатором предикции, разработки превентивных мер и прогноза персонализации ожидаемых превращений.

Исследования в данном стационарном опыте после 16 лет [9, 10] показали, что качественный состав гумуса изменялся при систематическом внесении органических удобрений, и эти изменения ограничивались пахотным слоем почвы. Увеличивалась доля гуминовых кислот (на 33%), содержание фульвокислот оставалось практически неизменным, возрастала доля нерастворимого остатка (на 38,2%). При внесении минеральных удобрений наблюдалось незначительное изменение группового состава гумуса, поэтому соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ не менялось по сравнению с контролем.

Длительное ежегодное внесение удобрений (более 40 лет) непременно сопровождалось увеличением содержания углерода в составе гумуса почвы в ряду вносимых туков и комбинаций: без удобрений (0,56%) → полное минеральное удобрение (0,69%) → навоз (0,86%), отражая в этом адекватность отклика на дополнительное поступление извне вещества и энергии (табл. 5).

Ранее подобный эффект наблюдался при оценке энергомассообмена в длительном опыте с удобрениями в европейской части [21]. Аналогично изменялся один из ключе-

вых индикаторов гумусного состояния почвы – соотношение ГК: ФК, которое возрастало в ряду: без удобрений (0,75) → полное минеральное удобрение (0,79) и приближалось к 0,92 при внесении навоза. Последнее обеспечивалось ростом суммы ГК в ряду изучаемых удобрений – с 29,7 в контроле до 33,5 в варианте с навозом при соответственном снижении суммы ФК с 39,5 до 36,5. Именно в проявлении данных позиций кроется общая направленность изменений качественного состава углерода каштановой почвы в длительном рассмотрении, позволяя оценить предикцию гумуса к такой трансформации.

В детализации более частных изменений также выделим ряд устойчивых фактов, которые при всей пестроте цифрового массива в группах и фракциях гумуса почвы в совокупности дополняли общую направленность изменений и отражали разный отклик его составляющих.

Под воздействием удобрений возрастало присутствие углерода в наиболее подвижных фракциях ГК-1 и ФК-1а: соответственно с 4,2 в контроле до 7,0 при поступлении навоза по первой фракции ГК и с 2,7 до 3,5 в декартате ФК. Присутствие наименее подвижных фракций гумуса почвы (ГК-3 и ФК-3) под влиянием систематического применения удобрений независимо от известных различий химической природы и подвижности устойчиво снижалось с 11,6 до 8,1 и с 18,0 до 10,3 в контроле и варианте с навозом соответственно. Сравнительно менее подвижные и относительно устойчивые к минерализации фракции ГК-2 ФК-2, под влиянием ежегодного внесения туков не показывали столь зна-

Таблица 5

Изменение фракционно-группового состава гумуса в слое 0–20 см почвы под влиянием систематического применения удобрений, % от $C_{общ}$
Changes in the humus fraction and group composition in the soil layer 0–20 cm when applying fertilizers on a regular basis, % of $C_{общ}$

Вариант	$C_{общ}, \%$	Гуминовые кислоты				Фульвокислоты					НО	$\frac{ГК}{ФК}$
		1	2	3	сумма	1а	1	2	3	сумма		
Без удобрений	0,56	4,2	13,9	11,6	29,7	2,7	2,7	16,1	18,0	39,5	30,8	0,75
$N_{40}P_{40}K_{40}$	0,69	5,4	13,6	9,0	28,0	2,0	3,5	17,1	11,9	35,5	36,5	0,79
Навоз 20 т/га	0,86	6,2	19,0	8,3	33,5	2,6	4,1	18,7	10,1	36,5	30,0	0,92

чительных изменений, отражая консерватизм относительно других категорий гумусовых кислот.

В целом, изученная почвенная система в качественном рассмотрении при систематическом поступлении извне вещества и энергии (удобрения) показывает присущие признаки эмерджентности, которые в общих и частных проявлениях отражают наличие мобильных индикаторов изменений, с одной стороны, и присутствие устойчивой индикации – с другой. В итоге это дает основание для разработки превентивных мер и прогноза персонализации вполне ожидаемых изменений в случае поступления удобрений либо отсутствия таковых.

ВЫВОДЫ

1. Тренд многолетней динамики содержания и запасов гумуса в каштановой почве определяется количеством поступающего органического вещества, обусловленным системой удобрений с разными скоростными характеристиками и общей направленностью. В результате длительности и постоянства

агротехнологического воздействия гумусное состояние почвы стремится к своему квази-равновесному состоянию.

2. Ранжирование положительных количественных ($C_{\text{общ}}, \%$) и качественных (ГК : ФК) изменений гумуса в почве по вариантам оценки в динамике многолетних рядов происходит в ряду: без удобрений (0,56 % и 0,75) → полное удобрение NPK (0,69 % и 0,79) → навоз (0,86 % и 0,92). В такой же последовательности изменяются кинетические параметры: без удобрений ($k = 0,008 \text{ год}^{-1}$) → полное удобрение NPK ($k = 0,003 \text{ год}^{-1}$) → навоз ($k = 0,002 \text{ в год}$).

3. Содержание гумуса почвы 0,94 % в контрольном варианте опыта без удобрений на 48-й год исследований следует считать минимальным для каштановых почв региона. Применение минеральных удобрений в дозе $(NPK)_{40}$ стабилизирует содержание гумуса на 30-й год внесения на уровне 1,19 %. Систематическое применение органических удобрений повышает содержание гумуса в почве относительно исходного на 14,5 % – до 1,50 %, которое можно принять за оптимальный уровень.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
2. Гамзиков Г.П., Кулагина М.Н. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования: обзор. информ. – М., 1992. – 48 с.
3. Концепция оптимизации режима органического вещества в агроландшафтах / В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара, И.С. Кауричев [и др.] – М.: Изд-во МСХА, 1993. – 93 с.
4. Шевцова Л.К., Володарская И.В., Горбунов Е.В. Моделирование трансформации и баланса гумуса дерново-подзолистых почв на основе информационной базы длительных опытов // Агрохимия. – 2000. – № 9. – С. 5–10.
5. Шарков И.Н., Данилова А.А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // Агрохимия. – 2010. – № 12. – С. 72–81.
6. Динамика содержания органического углерода в типичном черноземе в условиях длительного полевого опыта / Б.М. Когут, А.С. Фрид, Н.П. Масютенко [и др.] // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 37–44.
7. Мерзлая Г.Е. Биологические факторы в системах земледелия // Агрохимия. – 2017. – № 10. – С. 24–36.
8. Сычев В.Г., Шевцова Л.К., Мерзлая Г.Е. Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почв // Агрохимия. – 2018. – № 2. – С. 3–21.
9. Гамзиков Г.П., Лапухин Т.П., Уланов А.К. Эффективность систем удобрения в полевых севооборотах на каштановых почвах Забайкалья // Агрохимия. – 2005. – № 9. – С. 24–30.

10. Лапухин Т.П., Батудаев А.П., Уланов А.К. Изменение гумусного состояния каштановой почвы в результате длительного систематического применения удобрений в условиях сухой степи Западного Забайкалья // Вестн. БГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2014. – № 3 (36). – С. 46–53.
11. Чимитдоржиева Г.Д. Органическое вещество холодных почв. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. – 338 с.
12. Уланов А.К., Будажапов Л.В., Билтуев А.С. Динамика изменения содержания гумуса каштановой почвы Забайкалья в длительных опытах с основными приемами земледелия // Плодородие. – 2017. – № 2 (95). – С. 42–45.
13. Александрова Л.Н., Найденова О.А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. – Л.: Колос, 1986. – 280 с.
14. Определение группового и фракционного состава по схеме И.В. Тюрина, в модификации В.В. Пономоревой и Т.А. Плотниковой // Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
15. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. – М.: Либроком, 2009. – 328 с.
16. Кёришенс М. Значение содержания гумуса для плодородия почв и круговорота азота // Почвоведение. – 1992. – № 10. – С. 122–130.
17. Завьялова Н.Е. Методические подходы к изучению гумусного состояния пахотных почв // Плодородие. – № 1. – 2006. – С. 11–15.
18. Шарков И.Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 21–27.
19. Семенов В.М., Когут Б.М., Лукин С.М. Влияние повторяющихся циклов высушивания, увлажнения, замораживания, оттаивания на активный пул органического вещества почв // Почвоведение. – 2014. – № 4. – С. 443–454.
20. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 288 с.
21. Энергомассообмен в звене полевого севооборота / И.С. Шатилов, А.Г. Замараев, В.И. Савич [и др.] – М.: Агроконсалт, 2004. – Ч. 1. – 366 с.

REFERENCES

1. Semenov V.M., Kogut B.M. *Pochvennoe organicheskoe veshchestvo* (Soil organic matter), Moscow: GEOS, 2015, 233 p.
2. Gamzikov G.P., Kulagina M.N. *Izmenenie soderzhaniya gumusa v pochvah v rezul'tate sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya* (Changes in humus content in soils as a result of agricultural use), Moscow, 1992, 48 p.
3. Kiryushin V.I., Ganzhara N.F., Kaurichev I.S. *Koncepciya optimizacii rezhima organicheskogo veshchestva v agrolandshaftah* (The concept of optimizing the regime of organic matter in agricultural landscapes), Moscow: Izd-vo MSKHA, 1993, 93 p.
4. Shevcova L.K., Volodarskaya I.V., Gorbunov E.V. *Agrohimiya*, 2000, No. 9, pp. 5–10. (In Russ.)
5. Sharkov I.N., Danilova A.A. *Agrohimiya*, 2010, No. 12, pp. 72–81. (In Russ.)
6. Kogut B.M., Frid A.S., Masyutenko N.P. *Agrohimiya*, 2011, No. 12, pp. 37–44. (In Russ.)
7. Merzlaya G.E. *Agrohimiya*, 2017, No. 10, pp. 24–36. (In Russ.)
8. Sychev V.G., Shevcova L.K., Merzlaya G.E. *Agrohimiya*, 2018, No. 2, pp. 3–21. (In Russ.)
9. Gamzikov G.P., Lapuhin T.P., Ulanov A.K. *Agrohimiya*, 2005, No. 9, pp. 24–30. (In Russ.)
10. Lapuhin T.P., Batudaev A.P., Ulanov A.K. *Vestnik BGSKHA im. V.R. Filippova*, 2014, No. 3 (36), pp. 46–53. (In Russ.)
11. Chimitdorzhieva G.D. *Organicheskoe veshchestvo holodnyh pochv* (Organic matter of cold soil), Ulan-Udeh: Izd-vo BNC SO RAN, 2016, 338 p.
12. Ulanov A.K., Budazhapov L.V., Biltuev A.S. *Plodorodie*, 2017, No. 2 (95), pp. 42–45. (In Russ.)
13. Aleksandrova L.N., Najdenova O.A. *Laboratorno-prakticheskie zanyatiya po pochvovedeniyu* (Laboratory and practical classes in soil science), Leningrad: Kolos, 1986, 280 p.
14. *Agrohimicheskie metody issledovaniya pochv* (Agrochemical soil research methods), Moscow: Nauka, 1975, 656 p.

15. Dmitriev E.A. *Matematicheskaya statistika v pochvovedenii* (Mathematical statistics in soil science), Moscow: Librokom, 2009, 328 p.
16. Kyorshens M. *Pochvovedenie*, 1992, No. 10, pp. 122–130. (In Russ.)
17. Zav'yalova N.E. *Plodorodie*, No 1, 2006, pp. 11–15. (In Russ.)
18. Sharkov I.N. *Agrohimiya*, 2011, No 12, pp. 21–27. (In Russ.)
19. Semenov V.M., Kogut B.M., Lukin S.M. *Pochvovedenie*, 2014, No. 4, pp. 443–454. (In Russ.)
20. Aleksandrova L.N. *Organicheskoe veshchestvo pochvy i processy ego trans-formacii* (Soil organic matter and its transformation processes), Leningrd: Nauka, 1980, 288 p.
21. Shatilov I.S., Zamaraev A.G., Savich V.I. *Ehnergomassoobmen v zvene polevogo sevooborota* (Energy and mass transfer in the link of field crop rotation), Ch. 1, Moscov: Agrokonsalt, 2004, 366 p.

БИОЛОГИЯ

УДК 639.2.053.7 (28)

DOI:10.31677/2072-6724-2019-50-1-68-77

ЭКОСИСТЕМА ОЗЕРА КУЛУНДИНСКОЕ В ПЕРИОД ОПРЕСНЕНИЯ

Л. В. Веснина, доктор биологических наук, профессор

Алтайский филиал Всероссийского
научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии

E-mail: artemiaalt@mail.ru, vesninal.v@mail.ru

Ключевые слова: мониторинг,
продуктивность, фитопланктон,
зоопланктон, рачок артемия

Реферат. *Исследовательские работы на гипергалинных озерах были начаты с 1977 г. Коммерческий интерес к артемии (на стадии цист) как к стартовому корму для гидробионтов послужил основой к мониторинговым исследованиям гипергалинных озер Алтайского края. Озеро Кулундинское отмечено как один из самых больших водоемов на территории Кулундинской равнины Обь-Иртышского междуречья с популяцией жаброногого рачка *Artemia Leach*, 1819. В результате комплексных гидробиологических съемок в вегетационный период (апрель – октябрь) 2018 г. представлена динамика показателей численности фитопланктона, зоопланктона и стадий развития рачков артемии в оз. Кулундинское. Проведен анализ влияния температурного режима и солености воды вегетационного периода 2018 г. на состояние рачка артемии и продуктивность водоема. Минерализация воды в описываемый период колебалась в пределах 83,4–93,0 г/л, что указывает на снижение количества солей в рапе по сравнению со среднемноголетним значением, обусловленным сменой регрессивной фазы водности на трансгрессивную. В ходе проведения мониторинговых исследований гипергалинного водоема в вегетационный период 2018 г. выявлено депрессивное состояние развития популяции рачка артемии в связи с опреснением водоема. Температурный режим в начале вегетационного периода текущего года был неблагоприятным для развития артемии в озере, что обусловило низкие численные показатели рачков. Учитывая депрессивное состояние развития популяции артемии в оз. Кулундинское в вегетационном сезоне 2018 г., водоем утратил свое хозяйственное значение.*

ECOSYSTEM OF KULUNDINSKOE LAKE IN THE PERIOD OF DEMINERALIZATION

Vesnina L.V., Doctor of Biological Sc., Professor

Altai branch of Russian Research Institute of Fishery and Ocean Science

Key words: monitoring, productivity, phytoplankton, zooplankton, *Artemia salina*.

Abstract. *Research on hyperhaline lakes began in 1977. Commercial interest to *Artemia* (at the stage of cysts) as a starting feed for hydrobionts served as the basis for monitoring of hyper-*

haline lakes in the Altai Territory. Kulundinskoe lake is recognized as one of the largest basins in the Kulundinskaya plain of Ob-Irtyshskoye interfluvium with population of fairy shrimp Artemia Leach, 1819. Comprehensive hydrobiological surveys in the growing season (April-October) 2018 show the dynamics of phytoplankton, zooplankton and stages of Artemia salina development in Kulundinskoe Lake. The researchers analyzed the impact of temperature regime and water salinity in the vegetation period of 2018 on Artemia salina status and productivity of the basin. Water mineralization varied within 83.4 - 93.0 g/l, which indicates lower salts concentration in the leach compared to the average many-year value which is explained by the change of water regressive stage to transgressive one. Monitoring of hyperhaline basin in the vegetation period of 2018 showed a depressive status of Artemia salina development due to demineralization of the basin. At the beginning of vegetation period, the temperature regime was unfavorable for Artemia salina development in the lake. That resulted in low numbers of copepods. Due to depressive development of Artemia salina in Kulundinskoye Lake in the vegetation period of 2018, the basin is seen to have lost its economic relevance.

Потребности внутреннего рынка диктуют необходимость оценки ресурсного потенциала соленых водоемов России. В результате многолетних исследований на территории Западной Сибири выявлено около 90 гипергалинных озер, большая часть которых находится на территории Алтайского края (более 40, что составляет 74,0% от общего фонда соленых озер Восточной и Западной Сибири).

На территории края насчитывается более 11 000 озер, 90,0% которых являются пресными. Фонд гипергалинных озер Алтайского края составляет 1200,0–1300,0 км². Большинство из них представлены небольшими по площади мелководными водоемами. Также на территории края располагаются водоемы высшей экономической значимости: самое крупное в Российской Федерации ультрагалинное оз. Кулундинское и глубоководное оз. Большое Яровое. Озера активно используются для хозяйственных и рекреационных целей. В Западной Сибири естественный ареал рачка приурочен к аридной и частично аридной зонам равнины и ограничен с севера линией Барабинск – Тюкалинск – Ишим – Шадринск, с юга примыкает к казахстанскому ареалу рачка в соляных озерах зоны полупустынь [1].

Подавляющее большинство гипергалинных озер Алтайского края по глубинам озерных котловин относятся к категориям очень малых или малых водоемов. Классификация озер включает следующие размерные классы: малые – 1,0–5,0 км², средние – 5,0–10,0, боль-

шие – 10,0–50,0 и очень большие – более 50,0 км². Большинство гипергалинных озер по площади относятся к классу малых водоемов, к классам средних и больших – по 8 озер, к классу очень больших – только 3 (Кулундинское, Кучукское и Большое Яровое) [2].

Артемия является важным компонентом гипергалинных водоемов, имеющих не только экологическое, но и хозяйственное значение. В гипергалинных водоемах Восточной Сибири прогноз объемов добычи (вылова) артемии (на стадии цист) составляет около 10 т. В настоящее время цисты артемии, заготовленные на водоемах юга Западной Сибири, обеспечивают стартовым кормом почти все рыбоводные хозяйства страны, кроме того, значительная их часть отправляется за границу.

Наибольшие запасы цист сосредоточены в водоемах Алтайского края – около 2696 т. На втором месте Курганская область с общими запасами 992 т, далее Омская область – 352 т. Наиболее продуктивные гипергалинные водоемы на территории Алтайского края со стабильной добычей биосырья – озера Кулундинское, Кучукское и Малое Яровое, на которых ежегодно добывается от 100 до 600 т.

Целью данной работы было проведение мониторинговых исследований на гипергалинном водоеме с апреля по октябрь 2018 г. для выявления климатических и гидрологических условий, влияющих на развитие фитопланктона и зоопланктона.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал зоопланктона был собран в рамках мониторинговых исследований в период с апреля по октябрь 2018 г. на гипергалинном озере Кулундинское Алтайского края. Основным объектом исследования – жаброногий рачок *Artemia* Leach, 1819 и его цисты. За весь вегетационный период наблюдений было отобрано гидробиологического материала по гипергалинному озеру Кулундинское – 144 пробы зоопланктона. Отбор гидробиологических проб, измерения факторов среды и визуальные наблюдения за распределением рачка, цист артемии и микроводорослей по акватории водоема проводились по стандартной методике на постоянно обозначенных станциях наблюдения, расположенных в разных частях озера [3–6]. Станции определялись при помощи GPS-навигатора.

На каждой станции ежемесячно измеряли температуру, минерализацию и прозрачность воды, проводили наблюдения за уровнем режимом. Для характеристики условий формирования биоты гипергалинного озера использовались метеоданные по равнинной территории Алтайского края.

Для морфометрических исследований рачков и определения плодовитости овулятивных самок использовался живой материал. Ежемесячно отбирали 30–50 половозрелых особей. Морфометрический анализ проводили по 13 морфологическим признакам (11 пластических и 2 меристических). При определении плодовитости отмечали качественное содержимое яйцевого мешка, подсчитывали количество эмбрионов, измеряли их диаметр.

Общее число кладок за жизненный цикл определяли по формуле [7]

$$N=1,35 \times (L_{\max}/L_{\min})^{2,5},$$

где N – число кладок за жизненный цикл;

$L_{\max}$ – максимальная длина тела яйценосных самок;

$L_{\min}$ – минимальная длина тела яйценосных самок.

Камеральная обработка по зоопланктону и зообентосу выполнена под биноклярами МБС-10 и Микромед МС-2 Zoom, оборудованными окуляр-микрометром. В пробах фиксировались разновозрастные группы: науплии, ювенильные, предвзрослые, половозрелые особи, а также цисты и летние яйца. Определение массы тела рачков и цист проводили на электронных весах марки Kern ARJ220–4M.

В составе популяции артемии выделяли следующие категории:

- ортонауплии;
- метанауплии (I – IV личиночной стадии);
- ювенильные особи (V–XII личиночной стадии);
- предвзрослые особи (взрослые формы в нерепродуктивной фазе);
- взрослые самки (отмечалась репродуктивная активность) и самцы.

Все расчеты, в том числе статистические, осуществлялись в системе электронных таблиц Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Озеро Кулундинское расположено в Благовещенском районе Алтайского края. Площадь водного зеркала водоема составляет 720,0–728,0 км², средние глубины – 2,6 м, максимальная глубина – 3,5 м.

В естественных условиях гипергалинных озер главными факторами являются температура рапы, общая минерализация воды и производная гидрологических условий на водосборе и в водоемах – уровень режим водоема, лимитирующий размеры «жилой зоны» рачков и их диапаузирующих яиц.

Температурные условия формирования биоты. Согласно литературным данным, рачка артемию следует считать теплолюбивым животным, у которого термофильность особо четко проявляется в процессе воспроизводства. Если половозрелые особи выдерживают широкий диапазон колебания температуры, т.е. обладают некоторым свойствам эвритерм-

ности, то для воспроизводства рачкам необходим строго определенный температурный диапазон в пределах 20,0–30,0 °С.

Наши многолетние наблюдения (2002–2017 гг.) выявили корреляционную связь между температурой воды оз. Кулундинское и численностью артемии предвзрослой стадии развития ($r=0,30$, $P=0,05$), численностью половозрелых самок ($r=0,30$, $P=0,05$). Зависимость плодовитости самок от температуры воды выражается уравнением $y = -0,4108x + 34,334$ ($r = -0,38$, $P=0,05$).

Озеро Кулундинское располагается в теплом, засушливом районе, сумма активных температур воздуха выше 10,0 °С в 2018 г. составляла 2502 градусодней, что характерно

для данной территории, но ниже по сравнению с 2017 г. на 178 градусодней (2680 градусодней). По многолетним наблюдениям, количество градусодней с температурой воздуха выше 10,0 °С колебалось от 2483 (2000 г.) до 3110 (2003 г.).

Температура поверхностного слоя воды в оз. Кулундинское в мае – октябре 2018 г. колебалась от 5,5 °С (октябрь) до 23,6 °С (июль) и в основном была на уровне среднеемноголетнего значения. По балансу тепла описываемый период в основном был благоприятным для жизнедеятельности рачков (рис. 1).

Минерализация и химический состав воды. Озеро Кулундинское по величине минерализации относится к гипергалин-



Рис. 1. Динамика температуры воды в оз. Кулундинское в 2018 г. в сравнении со среднеемноголетними значениями
Dynamics of water temperature in Kulundinskoe lake in 2018 in comparison with the average many-year parameters

ным [8] или ультрагалинным [9] водоемам. Озеро является рапным. Вода в озере чистая, прозрачная, голубовато-зеленого цвета. Изучение условий воспроизводства артемии в оз. Кулундинское доказывает, что степень минерализации воды в нем не является критической для вылупления науплий и дальнейшего развития артемии.

Наши многолетние наблюдения (2002–2017 гг.) выявили корреляционную связь между минерализацией воды оз. Кулундинское и численностью половозрелых самок ($r = 0,31$, $P = 0,05$), а также между минерализаци-

ей воды и плодовитостью самок ($y = 1,0218x + 12,866$, $r = 0,58$, $P = 0,05$).

В 2018 г. популяция рачка развивалась в условиях повышенной водности, обусловленной увеличенным стоком рек Кулунда и Суетка и повышением уровня воды в постоянных ручьях и других мелких водотоках. Весной пополнение озера происходило талыми водами с пониженных участков водосборной площади. Минерализация воды в описываемый период 2018 г. колебалась в пределах 83,4–93,0 г/л, что указывает на снижение количества солей в рапе по сравнению со

среднегодовым значением, обусловленное сменой регрессивной фазы водности на трансгрессивную (рис. 2).

Для жизнедеятельности рачков значимо не только общее содержание солей, но и качественный солевой состав, прежде всего,

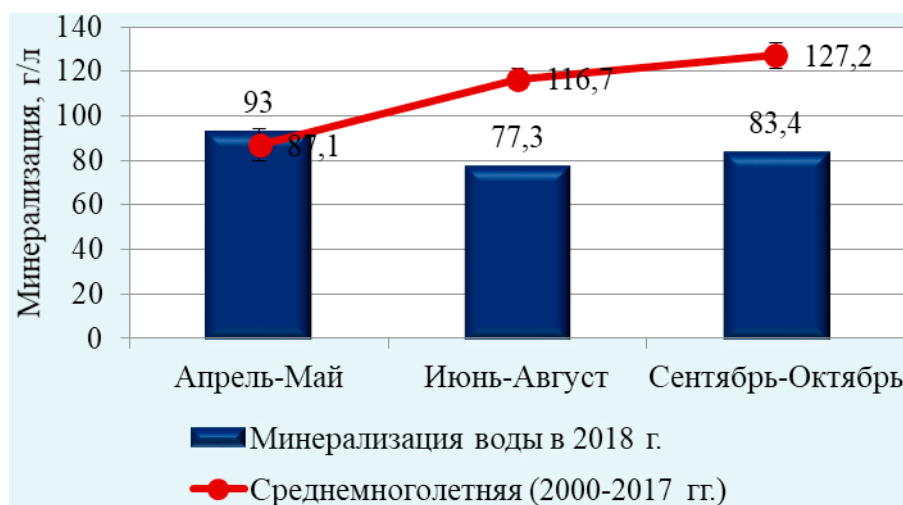


Рис. 2. Динамика минерализации воды в оз. Кулундинское в 2018 г. в сравнении со среднегодовыми значениями
Dynamics of water mineralization in in Kulundinskoe lake in 2018 in comparison with the average many-year parameters

класс и группа воды. В оз. Кулундинское вода по своему химическому составу относится к хлоридно-сульфатному классу группы натрия.

Уровенный режим. Водность гидросистемы оз. Кулундинское обусловлена климатическими особенностями водосборной площади и наличием значительного грунтового стока. Рассматриваемая территория характеризуется многоводными и маловодными периодами, существенно влияющими на условия развития артемии.

Фитопланктон. За многолетний период исследований (2001–2017 гг.) в пробах фитопланктона оз. Кулундинское были обнаружены водоросли из 7 отделов.

В планктонных пробах 2018 г. было выявлено 32 таксона водорослей из пяти отделов: Cyanophyta – 7, Chrysophyta – 1, Bacillariophyta – 11, Euglenophyta – 2 и Chlorophyta – 11 (рис. 3). В сезонном аспекте наименьшее число таксонов отмечено в апреле, а максимальное – в мае. Нашими многолетними наблюдениями (2002–2018 гг.) выявлена корреляционная связь между мине-

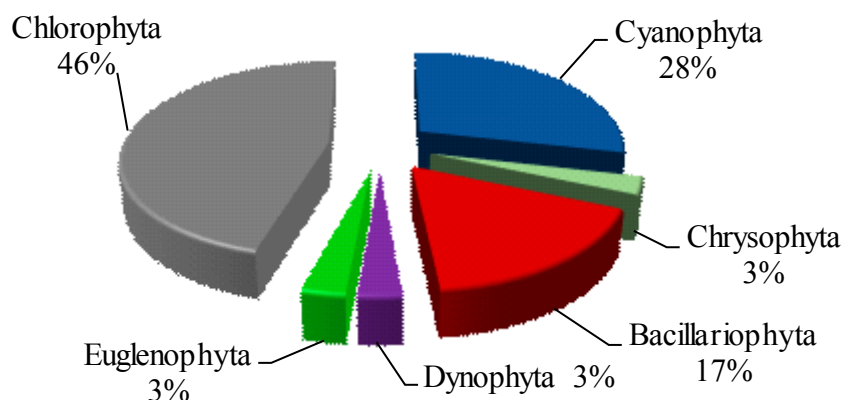


Рис. 3. Соотношение отделов водорослей по числу видов в фитопланктоне оз. Кулундинское, 2018 г.
Relation of algae on the number of species in phytoplankton in Kulundinskoe lake in 2018

рализацией воды оз. Кулундинское и численностью фитопланктона ($y = 0,0208x + 2,0443$; $R^2 = -0,1096$; $n=77$; $r = -0,326$, $P=0,01$) (рис. 4).

Зоопланктон озера Кулундинское представлен жаброногим рачком *Artemia* Leach,

1819 г. и представителями солоноватоводных групп организмов: коловратки (Rotifera) и веслоногие ракообразные (Copepoda). Из коловраток встречались *Brachionus urceus* (Linnaeus), *Hexarthra oxyuris* (Zernov), из



Рис. 4. Зависимость численности фитопланктона от минерализации воды, 2002–2018 гг.
 Relation between the phytoplankton number and water mineralization, 2002 – 2018

веслоногих ракообразных – *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitch (рис. 5).

В 2002–2006 гг. (трансгрессивная фаза водности) численность прочих представителей зоопланктона составляла в среднем $35,01 \pm 22,33$ тыс. экз/м³, доля рачков артемии за этот период – $85,3 \pm 8,9\%$.

В составе зоопланктона оз. Кулундинское, кроме рачка *Artemia*, в мае 2018 г. отмечались

Cletocamptus retrogressus Schmankevitch из веслоногих ракообразных (Copepoda). Общая численность рачков артемии изменялась от $0,41 \pm 0,01$ (октябрь) до $66,04 \pm 14,89$ тыс. экз/м³ (май). Численность рачков *Cletocamptus retrogressus* колебалась в диапазоне от $2,10 \pm 1,58$ (апрель) до $43,00 \pm 24,31$ тыс. экз/м³ (август) (таблица). В июне в составе зоопланктона были обнаружены солоноватовод-

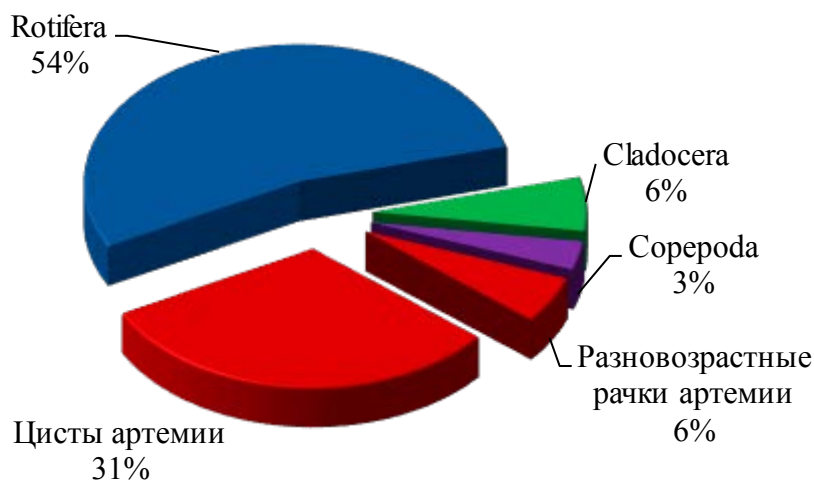


Рис. 5. Соотношение среднегодовых численных показателей представителей зоопланктона в оз. Кулундинское, 2018 г.
 Relation between the average annual parameters of zooplankton in Kuludinskoe lake in 2018

ные коловратки (Rotifera): *Brachionus urceus* (Linnaeus) и *Hexarthra oxyuris* (Zernov) со средней численностью $43,70 \pm 17,55$ тыс. экз/м³.

Как было отмечено ранее, на динамику численности и биомассы рачков и цист оказывают непосредственное влияние температура и минерализация воды [1, 10, 11]. Кроме того, в зависимости от условий среды изменяются морфометрические показатели особей. При анализе данных, собранных в маловодный и многоводный периоды, выявлены определенные тенденции, характерные для популя-

ции оз. Кулундинское. В условиях регрессивной фазы при повышенном значении минерализации воды у рачков артемии обоих полов наблюдается увеличение размеров тела и сокращение вариабельности морфометрических признаков. Также в маловодный период отмечена тенденция к повышению плодовитости ($td_{ст} = 6,2$ ($P=0,999$)), что было обусловлено появлением немногочисленных особей, имеющих очень большую плодовитость. Среднее количество кладок в многоводный и маловодный периоды не превышает 5 (рис. 6).



Рис. 6. Плодовитость самок артемии в оз. Кулундинское в многоводный и маловодный периоды, 2002–2018 гг.
Fertility of *Artemia salina* females in Kulundinskoe lake in high-water year and low-water year (2002 – 2018 гг.)

Наши многолетние наблюдения (2002–2017 гг.) выявили корреляционную связь между минерализацией воды оз.

Кулундинское и плодовитостью самок рачка ($y = 0,465x + 16,991$; $n=46$; $r = -0,326$, $P=0,01$) (рис. 7).

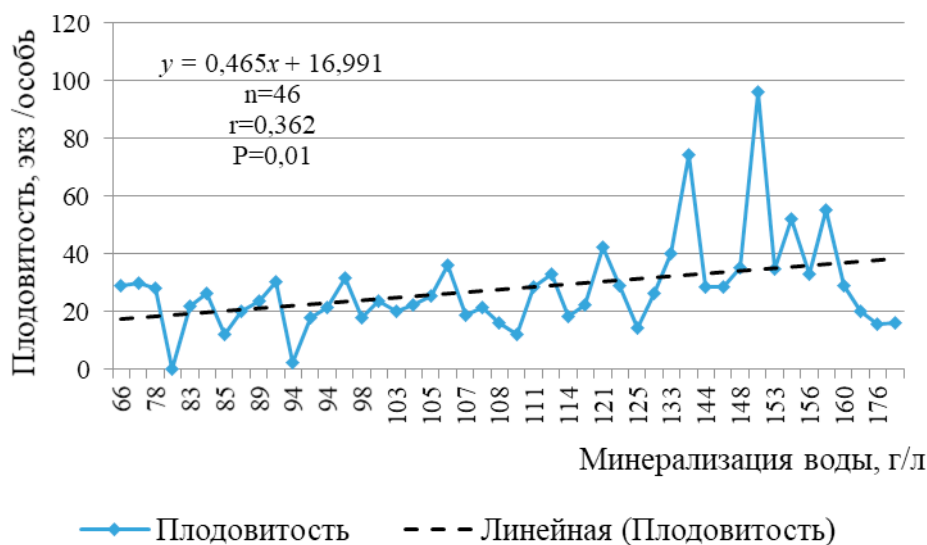


Рис. 7. Зависимость плодовитости самок с цистоношением от минерализации воды в оз. Кулундинское, 2002–2018 гг.
Relation between females fertility and cysts and water mineralization in Kulundinskoe lake, 2002 – 2018

**Динамика численности зоопланктона в вегетационный период в оз. Кулундинское, 2018 г.
Dynamics of the number of zooplankton in the vegetation period of Kuludinskoe lake in 2018**

Представители зоопланктона		Дата						
		25.04.	16.05.	22.06.	25.07.	26.08.	22.09.	14.10.
Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз/м ³	науплии	40,56±11,33	65,46±14,74	2,22±1,36	0,11±0,05	0,38±0,10	0,43±0,12	0,02±0,01
	ювенильные	-	0,58±0,15	9,41±2,46	0,03±0,02	0,08±0,04	0,13±0,05	0,35±0,17
	предвзрослые	-	-	4,09±1,50	0,96±0,40	1,02±0,64	0,03±0,02	0,04±0,02
	половозрелые	-	-	0,01±0,004	-	1,73±1,01	0,41±0,10	0,04±0,02
	цисты	394,02±55,16	66,09±6,18	41,76±8,92	100,25±25,61	161,00±52,05	27,77±2,83	35,02±6,01
Прочие зоопланктеры, тыс. экз/м ³	Rotifera	-	-	47,30±17,55	373,39±86,00	383,70±61,50	154,92±25,63	102,13±20,31
	Cladocera	0,006±0,006	-	-	93,61±25,78	86,40±18,75	2,92±1,44	0,01±0,005
	Copepoda	2,10±1,58	12,91±6,05	15,88±5,93	8,40±2,40	43,00±24,31	16,40±5,19	16,27±3,84

На основании результатов исследования состояния популяции артемии в оз. Кулундинское в 2018 г. установлено, что развитие гидробионта в водоеме проходило при неблагоприятных условиях, связанных со сменой регрессивной фазы водности на трансгрессивную. Сложившиеся условия среды обитания оказали влияние на снижение численных показателей всех

генераций популяции рачка артемии в оз. Кулундинское, а также флуктуации зооценоза с образованием солоноватоводного комплекса. При низкой минерализации воды цисты в водоеме находились в дисперсном состоянии, не образуя промысловых скоплений (рис. 8). Таким образом, водоем потерял в 2018 г. хозяйственную значимость.

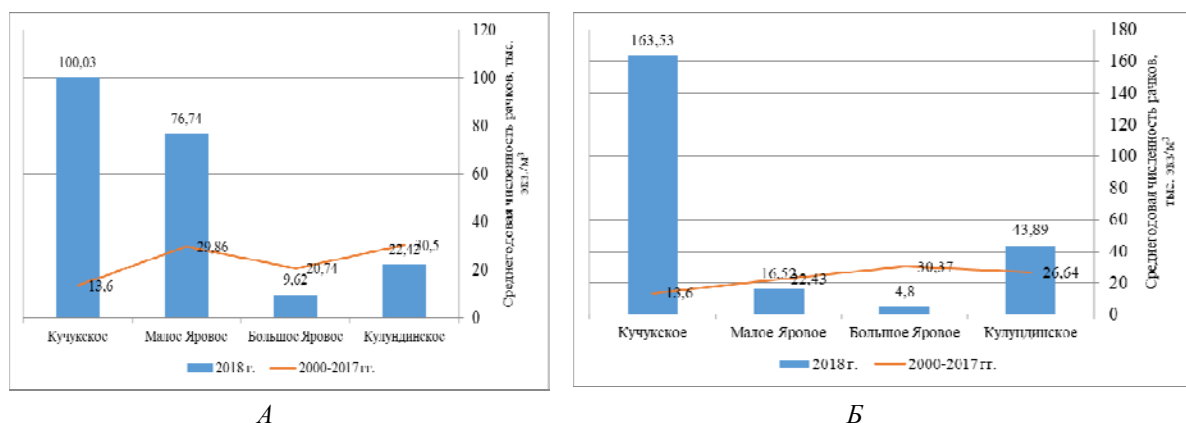


Рис. 8. Среднегодовая численность рачков (А) и цист (Б) в гипергалинных озерах Алтайского края, 2002–2018 гг.
Average annual number of pods (A) and cysts (B) in the hyperhaline lakes of the Altai Territory, 2002 – 2018

ВЫВОДЫ

1. Климатические и гидрологические условия 2018 г. были неблагоприятными для развития популяции артемии в оз. Кулундинское. Низкая тепловая обеспеченность за счет снижения количества дней с ак-

тивными температурами воздуха выше 10 °С (на 178 градусодней) по сравнению с прошлым годом, а также увеличение количества осадков на 12,6% по сравнению с 2017 г. повлияли на динамику формирования популяции рачка артемии, развивавшейся в услови-

ях повышенной водности. Температура рапы оз. Кулундинское за исследуемый период 2018 г. колебалась от 5,5 (октябрь) до 23,6 °С (июнь), максимальные температуры наблюдались в июне. Температура поверхностного слоя воды в озере была ниже среднемноголетних значений на 10,0%. Минерализация воды в оз. Кулундинское изменялась с 93,0 (июнь) до 83,4 г/л (апрель), в среднем за период апрель – сентябрь составляла $93,0 \pm 1,61$ г/л. Минерализация поверхностного слоя воды в озере была ниже среднемноголетних значений на 15,5%.

2. В фитопланктоне озера выявлено 32 таксона водорослей из 5 отделов, среди ко-

торых преобладали диатомовые, зеленые и синезеленые. По шкале трофности оз. Кулундинское относится к высокотрофным водоемам. Зоопланктон озера представлен галофильным рачком *Artemia* Leach, 1819 и представителями солоноватоводной группы организмов: коловратками (Rotifera) и веслоногими ракообразными (Copepoda). По численности доминирует *Brachionus urceus*, из веслоногих ракообразных – *Cletocamptus retrogressus*. Общая численность рачков артемии изменялась от $0,41 \pm 0,01$ (октябрь) до $66,04 \pm 14,89$ тыс. экз/м³ (май).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Веснина Л. В. Влияние факторов среды на динамику популяции галофильного рачка *Artemia* Leach, 1819 и его цист в озере Кулундинское Алтайского края // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования: материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 2–4 апр. 2018 г.). – СПб.: ГосНИОРХ, 2018. – С. 89–94.
2. Клепиков Р. А. Цисты рачка *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных озерах Алтайского края: автореф. дис... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2012. – 26 с.
3. Киселев И. А. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. – М.; Л.: 1956. – С. 183–265.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.
5. Методические указания по определению общих допустимых уловов (ОДУ) цист жаброногого рачка *Artemia*. – Тюмень, 2002. – 25 с.
6. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
7. Хмелева Н. Н., Гигиняк Ю. Г. Способ определения числа пометов у ракообразных: А.с. 910940 (СССР). – Оpubл. в Б. И. – 1982. – № 9.
8. Алевкин О. А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеиздат, 1970. – 442 с.
9. Оксикюк О. П., Жукинский В. Н. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, вып. 4. – С. 62–76.
10. Соловов В. П., Подуровский М. А., Ясюченя Т. Л. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов. – Барнаул: Алт. полиграф. комбинат, 2001. – 144 с.
11. Веснина Л. В. Влияние факторов среды на динамику численности и биомассу *Artemia* sp. в озере Кулундинском // Сиб. экол. журн. – 2002. – № 6. – С. 637–646.

REFERENCES

1. Vesnina L. V. Vliyaniye faktorov sredy na dinamiku populyatsii galofil'nogo rachka *Artemia* Leach, 1819 i yego tsist v ozere Kulundinskoye Altayskogo kraya (The influence of environmental factors on the dynamics of the halophilic crustacean population *Artemia* Leach, 1819 and its cyst in the lake Kulundinsky of the Altai Territory), Rybokhozyaystvennyye vodoyemy Rossii: fundamental'nyye i prikladnyye issledovaniya, Proceeding of the II Russian Scientific Conference, Sankt-Peterburg, 2–4 April 2018, Sankt-Peterburg, FGBNU GosNIORKH, 2018, pp.89–94 (In Russ.)

2. Klepikov R. A. *Tsisty rachka Artemiya Lich, 1819 v gipergalinnykh ozerakh Altayskogo kraya* (Cysts of the crustacean Artemia Leach, 1819 in the hypergalin lakes of the Altai Territory.), avtoref. diskand. biol. nauk, Novosibirsk, 2012, 26 p.
3. Kiselev I. A. *ZHizn» presnykh vod SSSR* (Freshwater life of the USSR), T. IV, part.1, Moscow, Leningrad: 1956, pp. 183–265. (In Russ.).
4. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zoobentos i ego produktsiya* (Guidelines for the collection and processing of materials for hydrobiological studies on freshwater bodies. Zoobenthos and its products), Leningrad: GosNIORKH, 1983, 51 p.
5. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu obshhikh dopustimyykh ulovov (ODU) tsist zhabronogogo rachka Artemia* (Guidelines for the determination of total allowable catches (TAC) cysts of the toad crustacean Artemia), Tyumen», 2002, 25 p.
6. *Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoemov* (Methods of studying the biogeocenoses of inland waters), Moscow: Nauka, 1975, 240 p.
7. Khmeleva N. N., Giginyak YU. G. *Sposob opredeleniya chisla pometov u rakoobraznykh* (The method of determining the number of litters in crustaceans) A.s. 910940 (USSR). Opubl. v B. I., 1982, No. 9
8. Alekin O. A. *Osnovy gidrokhimii* (Basics of hydrochemistry). L.: Gidrometeoizdat, 1970, 442 p.
9. Oksiyuk O. P. Zhukinskiy V. N. *Hydrobiological journal*, 1993, Vol. 29, Issue 4, pp. 62–76. (In Russ.)
10. Solovov V. P., Podurovskiy M. A., Yasyuchenya T. L. *Zhabronog artemiya: istoriya i perspektivy ispol'zovaniya resursov* (Branchiopoda Artemia: history and prospects of use of resources), Barnaul: OAO Altayskiy poligraficheskiy kombinat, 2001, 144 p.
11. Vesnina L. V. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal*, 2002, No. 6, pp.637–646. (In Russ.)

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.2:636.033

DOI:10.31677/2072-6724-2019-50-1-78-85

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЯКУЛЯТОВ ПО ЧИСЛУ СПЕРМАТОЗОИДОВ У БЫКОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ В ВОЗРАСТЕ 6–7 ЛЕТ

¹ А. И. Абилов, доктор биологических наук, профессор

^{1,2} И. Н. Янчуков, доктор сельскохозяйственных наук

^{1,3} И. С. Турбина, кандидат биологических наук

^{1,3} Н. А. Комбарова, кандидат биологических наук

⁴ Ю. А. Корнеенко-Жиляев, аспирант

² А. А. Ермилов, кандидат биологических наук

Ключевые слова: сперматозоиды, число сперматозоидов в эякуляте, сезон года, технологический брак, быки-производители

¹ Всероссийский институт животноводства им. Л. К. Эрнста,
Подольск, Россия

² ОАО «Московское» по племенной работе, Ногинск, Россия

³ АО «Головной центр по воспроизводству сельскохозяйственных животных», Москва, Россия

⁴ ООО «Венера-Вет», Москва, Россия

E-mail: ahmed.abilov@mail.ru

Реферат. Был проведен системный анализ массивов первичных характеристик нативного семени, полученного от быков-производителей голштинской породы черно-пестрой масти в зрелом репродуктивном возрасте (6–7 лет) для ранжирования эякулятов по общему числу выделенных сперматозоидов. Опыт проводился на базе ОАО «Московское» по племенной работе в 2011–2013 гг. Всего было проанализировано 5964 эякулята, полученных от 17 быков в течение трех лет в зависимости от сезона года. Изучено число эякулятов, брак нативного семени при взятии, сезонная динамика общего числа сперматозоидов в эякуляте. Взятие семени, его оценка и криоконсервация проводились согласно требованиям Национальной технологии получения и использование спермы племенных быков-производителей. Эякуляты были распределены на три группы по общему числу сперматозоидов: до 3 млрд; 3,1–5,0 млрд; 5,1 млрд и выше. Установлено, что у быков-производителей зрелого репродуктивного возраста (6–7 лет) количество качественных эякулятов, отобранных для криоконсервации, составляет в среднем 76 % с вариабельностью 73–82 % в зависимости от сезона и года эксплуатации. Наибольшее количество качественных эякулятов было получено в осенний сезон и составило 82,3 %, что на 7–10 % выше по сравнению с остальными сезонами года ($P < 0,001$). Анализ эякулятов за трехлетний период показал, что основной массив распределен в первой группе, где число сперматозоидов составило до 3 млрд. Данный показатель в зависимости от сезона года варьировал между 40–48 %. Эякуляты, имеющие общее количество сперматозоидов от 3,1 до 5,0 млрд, составили 28,5–33,4 %, эякуляты с наивысшим числом сперматозоидов (5,1 млрд и выше) – 23–29 %.

DISTRIBUTION OF EJACULATES ACCORDING TO THE NUMBER OF SPERMATOZOA IN HOLSTEIN BULLS AGED 6-7

¹ Abilov A.I., Doctor of Biological Sc., Professor

^{1,2} Ianchukov I.N., Doctor of Agricultural Sc.

^{1,3} Turbina I.S., Candidate of Biology

^{1,3} Kombarova N.A., Candidate of Biology

⁴ Korneenko-Zhiliaev Iu.A., PhD-student

² Ermilov A.A., Candidate of Biology

¹ Federal Research Centre of Veterinary and Livestock Farming named after L.K. Ernest, Podolsk,

² OAO *Moskovskoe on pedigree activities*, Niginsk, Russia

³ AO «Centre of Excellence on livestock reproduction», Moscow, Russia

⁴ OOO «Venera-Vet», Moscow, Russia

Key words: spermatozoa, number of spermatozoa in the ejaculate, season, technological defect, servicing bulls.

Abstracts. *The paper highlights the results of the system analysis carried out in order to explore the primary characteristics of native seed from Holstein servicing bulls of Black-and-White breed aged 6-7 years. The analysis was carried out to rank ejaculates by the total number of spermatozoa. The experiment was carried out at OAO "Moskovskoye on pedigree activities" in 2011 - 2013. The researchers tested 5964 ejaculates, obtained from 17 bulls during three years, in relation to the season. The researchers explored the number of ejaculates (n), defect of the native sperm when taking (%), and the seasonal dynamics of the total number of sperm cells in the ejaculate. The keeping technology, feeding and maintenance, sperm collection, its assessment and cryopreservation was carried out in accordance with the requirements of the "National technology of producing and application of servicing bulls' sperm". Ejaculates were distributed into three groups according to the total number of spermatozoa: - up to 3 billion; - 3.1 - 5.0 billion; - 5.1 billion and more. The researchers found out that the number of ejaculates of good quality selected for cryopreservation in the mature reproductive aged bulls (6 - 7 years) is 76% on average with a variability of 73-82%, depending on the season and year of maintenance. The highest number of the ejaculates of good quality was obtained in autumn and it was 82.3%, which is 7-10% higher than that in other seasons ($p < 0.001$). The analysis of ejaculates over a three-year period showed that the first group contained the main mass of ejaculates, where the number of spermatozoa was up to 3 billion. This parameter varied within 40-48% from season to season; the researchers observed the ejaculates that have total number of spermatozoa equal to 3.1 - 5.0 billion were 28.5-33.4%, the ejaculates that have the highest number of spermatozoa (5.1 billion and more) were 23-29%.*

Разбавление спермы, небольшая ее доза для осеменения ведут к тому, что в половые пути самки попадает небольшое количество сперматозоидов, что повышает требования к их качеству и в конечном итоге к оплодотворяющей способности [1]. Для эффективной селекционно-племенной работы ежегодно на племпредприятиях должно вводиться в стадо не менее 30 % ремонтных бычков. Таким образом, в его структуре одна треть – это бычки младшего репродуктивного возраста.

Изучение возрастной динамики изменчивости спермопродукции голштинских быков отечественной селекции показало, что продуктивные показатели достигают своего пика только к 4–5-летнему возрасту [2, 3]. Это объясняется повышением живой массы производителей, особенно массы семенников [4, 5], и подтверждается нашими исследованиями предыдущих лет.

Жизнеспособность, подвижность и морфология, а также количество сперматозоидов являются важными показателями фертильно-

сти эякулята. Доказано, что на его качественные и количественные характеристики оказывает влияния способ получения. Эякулят, полученный посредством мастурбации, как правило, непригоден для криоконсервации, в отличие от семени, эякулированного при полном возбуждении производителя.

Кроме условий получения семени, качество эякулята также зависит от ряда других факторов, таких как продукция сперматозоидов семенниками, секреты добавочных половых желез, здоровье производителя, его физиологические особенности, а также интенсивность эксплуатации, которые следует принимать во внимание при интерпретации результатов.

По данным Л.Н. Шарыгиной [6], независимо от породной принадлежности максимальный объем эякулята у быков отмечается летом, а минимальный – зимой. На концентрацию сперматозоидов сезон года существенно не влияет, однако отмечена тенденция к снижению подвижности сперматозоидов в зимний период [7]. Тем не менее есть мнение, что наиболее благоприятными сезонами года для получения качественного семени являются зима и весна. В летний период все быки-производители характеризовались относительно низкой половой активностью [8, 9]. Е.А. Пыжова с соавторами [10] считают, что наибольшая средняя концентрация сперматозоидов в эякуляте наблюдается осенью.

Выяснено, что возраст быка-производителя наиболее существенно влияет на объем эякулята ($r = -0,38$), а концентрация сперматозоидов почти стабильна в течение всей его жизни ($r = -0,027$). Резкое снижение всех показателей отмечается после 7–8 лет [10, 11]. Однако в возрастной динамике по концентрации сперматозоидов отмечены межпородные различия [12].

Наблюдается также сезонная вариабельность в получении качественных эякулятов. Так, летний период характеризуется сокращением числа полученных эякулятов у отдельных быков из-за более частых отказов от садок, что следует считать компенсаторной

реакцией организма на воздействие неблагоприятных температурных факторов [9].

Для полноценной качественной и количественной характеристики полученного эякулята должен быть определен его объем, учтена подвижность и концентрация сперматозоидов. На основе этих показателей рассчитывают степень разбавления до предусмотренной той или иной технологией количества сперматозоидов в дозе.

Согласно Национальной технологии замораживания и использования спермы племенных быков-производителей [13], к дальнейшей работе по криоконсервации допускаются эякуляты объемом не менее 2 мл, концентрацией не менее 0,8 млрд/мл и активностью не ниже 7 баллов. Нативная сперма, не соответствующая этим требованиям, считается технологическим браком и не допускается к криоконсервации.

Такой технологический порог был предложен еще в начале 40-х годов прошлого века и до сих пор используется в работе племпредприятий. Однако односторонняя селекционно-племенная работа, направленная на повышение продуктивности крупного рогатого скота, оказала негативное воздействие на репродуктивные качества производителей. Это связано как с накоплением груза отрицательных рецессивных мутаций, так и с изменением эндокринного фона животного и общей экологической обстановки в целом. К сожалению, подобная картина характерна не только для отдельных пород крупного рогатого скота, но и для многих млекопитающих, в том числе и человека. Пока будут превалировать принципы «работы на лидера», будет и потребность в семени быков-производителей с высоким генетическим потенциалом молочной продуктивности. Отсюда и возникает вопрос о возможности использования нестандартных эякулятов ниже пороговых значений (менее 2,0 мл объем и ниже 0,8 млрд/мл концентрация), полученных от таких производителей.

В настоящее время технические и методические возможности позволяют криоконсервировать эякуляты с более низкими качественными и количественными характеристиками,

однако нежелательно использовать такое семя для репродукции племенных животных.

Таким образом, несмотря на обширные статистические исследования в этой области [6–10], по некоторым аспектам получены противоречивые данные. Для планирования работы племпредприятий по получению и криоконсервации спермы быков-производителей необходимо знать примерную динамику породных, сезонных и возрастных колебаний спермопродукции у быков-производителей по числу сперматозоидов в эякуляте.

Цель наших исследований заключалась в проведении системного анализа массивов первичных характеристик нативного семени, полученного от быков-производителей голштинской породы в зрелом репродуктивном возрасте (6–7 лет), для ранжирования эякулятов по общему числу выделенных сперматозоидов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в 2011–2013 гг. на базе ОАО «Московское» по племенной работе Московской области. Был проанализирован массив из 5964 эякулятов от 17 быков-производителей черно-пестрой голштинской породы в возрасте 6–7 лет.

При анализе учитывалось число эякулятов (n), брак семени при взятии (%), сезонная динамика общего числа сперматозоидов в эякуляте (млрд) за трехлетний период.

Содержание, кормление и эксплуатация, взятие семени, его оценка на племпредприятии АО «Московское» по племенной работе

организуются согласно требованиям технологии [13]. Полученные эякуляты были условно распределены на три группы по общему числу сперматозоидов: до 3 млрд; 3,1–5,0 млрд; 5,1 млрд и выше.

Все полученные материалы обработаны методами вариационной статистики. Уровень достоверной разницы между группами по признакам устанавливали по t-критерию Стьюдента. Анализ проводили с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что оценка по качеству потомства занимает длительный период и заканчивается к тому времени, когда быки-производители достигают зрелого репродуктивного возраста – 6–7 лет. В случае успешного прохождения оценки производитель становится востребован, от него необходимо заготовить достаточное количество спермодоз для дальнейшей селекционно-племенной работы, следовательно, получить как можно большее количество качественных эякулятов.

В таблице приведены данные по спермопродуктивности быков-производителей в возрасте 6–7 лет за три года эксплуатации.

Из приведенных в таблице данных видно, что если количество выбракованных эякулятов, полученных у быков-производителей в возрасте 6–7 лет, незначительно варьировало в 2011–2012 гг. – от 16 до 13 %, то в 2013 достигло 30 %. В данной работе анализ причин повышения выбраковки нативного семе-

Распределение эякулятов по общему числу сперматозоидов у быков-производителей 6–7-летнего возраста (n=17) АО «Московское» в динамике с 2011 по 2013 г. ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)
Distribution of ejaculates according to the total number of spermatozoa of servicing bulls aged 6-7 (n=17) АО «Moskovskoe» since 2011 till 2013 ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Показатели эякулятов	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Достоверность между годами		
Всего получено, n	1443	2417	2104	2011–2012-	2011–2013-	2012–2013-
Учтено, %	83,92±1,06	86,07±0,80	69,39±1,21	P<0,1	P<0,001	P<0,001
В среднем, млрд	3,68±0,07	3,65±0,05	5,24±0,07	НД	P<0,001	P<0,001
До 3 млрд, %	54,25±1,94	51,08±1,631	29,184±2,20	НД	P<0,001	P<0,001
3,1–5,0 млрд, %	33,94±2,34	31,76±1,92	26,10±2,25	НД	P<0,05	P<0,05
5,1 млрд и выше, %	11,81±2,67	17,15±2,12	44,73±1,95	P<0,1	P<0,001	P<0,001

ни в 2013 г. не предусматривался. Возможно, благодаря более жесткой выбраковке нативного семени средний эякулят по общему количеству сперматозоидов в 2013 г. на 1,5 млрд превышал таковой, полученный в 2011 и 2012 гг. ($P<0,01$).

После анализа процентного распределения количества полученных эякулятов по общему числу сперматозоидов выяснилось, что наибольшее количество (44,7%) полноценных эякулятов (5,1 млрд и выше) было получено в течение 2013 г. В 2011 и 2012 гг. их было заготовлено 11,8 и 17,1% соответственно

($P<0,001$). Следовательно, складывается обратная картина по получению эякулятов с общим количеством сперматозоидов до 3 млрд: в 2011 и 2012 гг. их получено максимальное количество – 54,25 и 51,08% соответственно, тогда как в 2013 г. менее 1/3 от общего числа полученных эякулятов ($P<0,01$).

На следующем этапе исследований была изучена динамика сезонных колебаний спермопродукции у быков-производителей 6–7-летнего возраста по числу сперматозоидов в эякуляте в период с 2011 по 2013 г. Результаты исследований показаны на рис. 1.

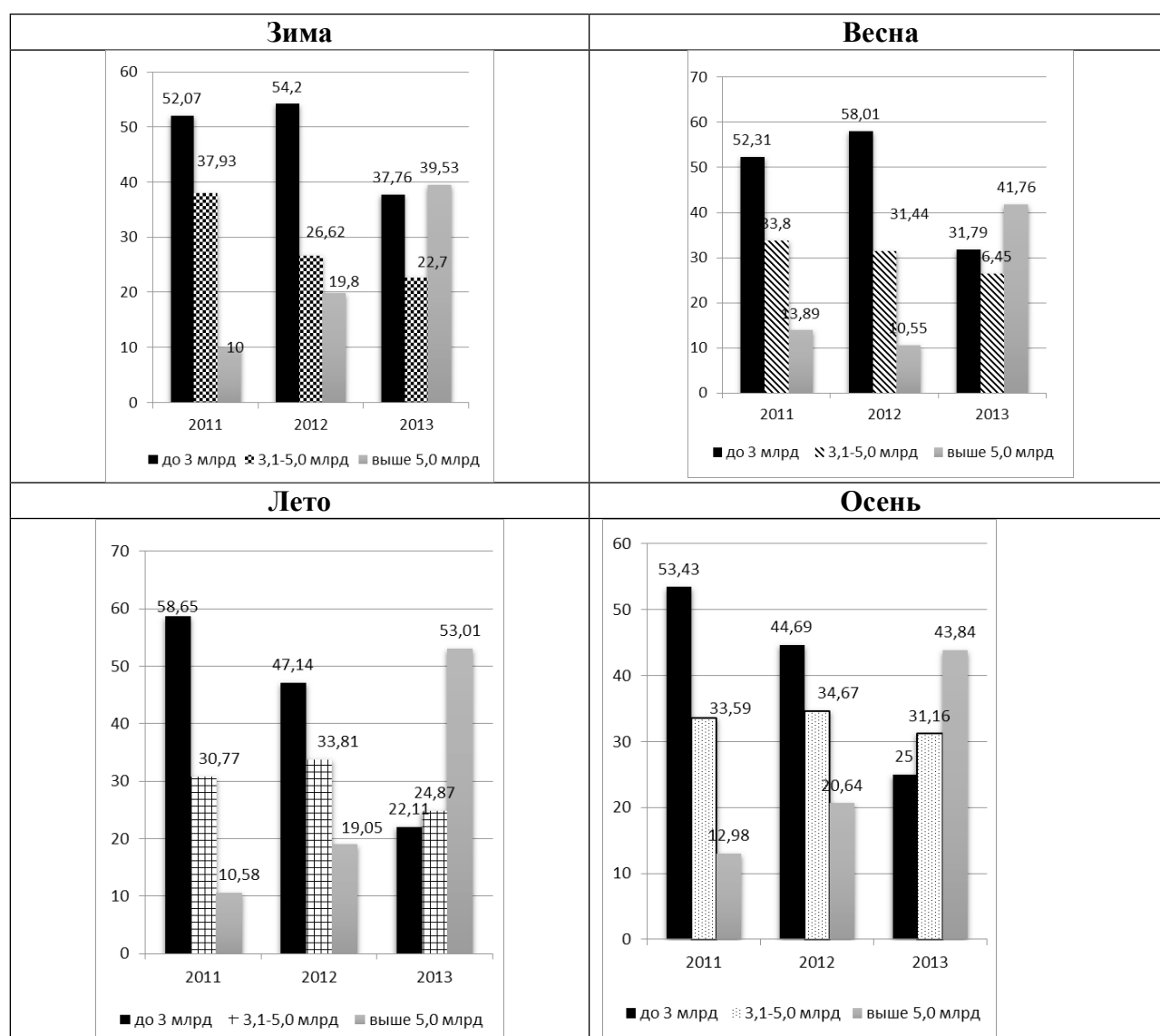


Рис. 1. Общее число сперматозоидов у быков-производителей 6–7-летнего возраста ($n=17$) АО «Московское» в зависимости от сезона года

Total number of spermatozoa of servicing bulls aged 6-7 ($n=17$) АО «Moskovskoe» in relation to the season

Из приведенных диаграмм видно, что в 2011 и 2012 гг. во все сезоны было получено более половины эякулятов с общим числом сперматозоидов до 3 млрд, 37–26% эякулятов содержали 3,1–5 млрд клеток, а 20–10% эякулятов – свыше 5,1 млрд сперматозоидов. Ситуация изменилась в 2013 г.: от 40 в зимне-весенний до 53% в летний период достоверно ($P<0,001$) увеличилось количество полноценных эякулятов, содержащих более 5,1 млрд клеток, тогда как имеющих до 3 млрд клеток сократилось с 37,8 в зимний до 22,1% в летний период.

Анализ выбраковки нативного семени показал, что в 2011 г. во все сезоны брак составил 16–17%, тогда как данный показатель уже в 2012 г. отмечен на уровне 22,3%, а в 2013 г. составил 32,5% ($P<0,05$), в зимний сезон во

все годы исследований брак нативного семени был минимален – 16–20%.

Общее число сперматозоидов в эякуляте в 2011 г. в среднем находилось на уровне 3,38 млрд, в 2012 г. увеличилось на 6,3% и составило 3,6 млрд, а в 2013 г. – 4,8 млрд при достоверности $P<0,001$ по отношению к 2011 и 2012 гг.

Минимальный по общему числу сперматозоидов эякулят (0,75 млрд) получен в 2012 г. Максимальное количество эякулированных сперматозоидов зарегистрировано в 2013 г. – 19,2 млрд.

Для нивелирования влияния погодных, эксплуатационных, алиментарных и прочих факторов полученные за три года данные были объединены с целью проведения анализа по сезонам года (рис. 2).

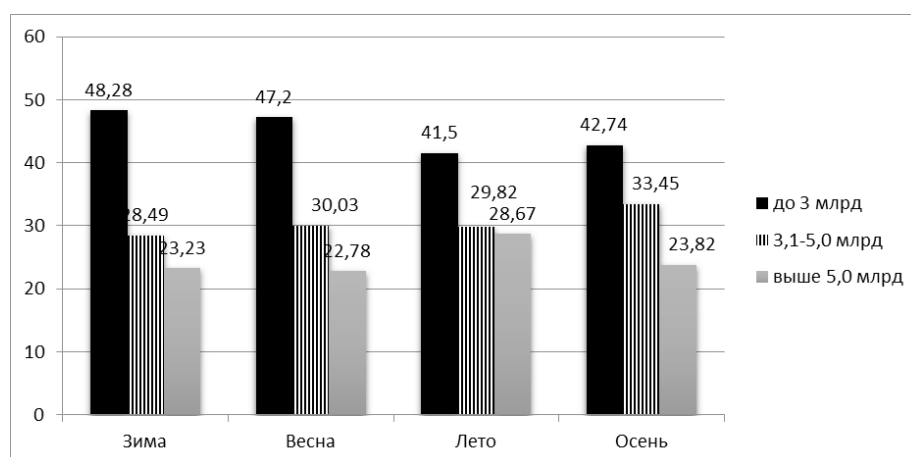


Рис. 2. Общее процентное соотношение количества полученных по сезонам года эякулятов в период 2011–2013 гг. в зависимости от общего числа сперматозоидов
Total percentage relation of ejaculates received according to concrete season in 2011-2013 in relation to the total number of spermatozoa

Анализ динамики сезонных колебаний 5964 эякулятов, полученных за период 2011–2013 гг., показал, что в процентном соотношении почти половина из них имели общее число сперматозоидов ниже 3 млрд. В зимне-весенний период их количество составило 48,3–47, в летне-осенний – 41,5–42,7%.

Количество эякулятов с 3,1–5,0 млрд клеток варьировало от 28,5% в зимний до 33,5 в осенний периоды с небольшими вариациями в весенний и летний сезоны. Наибольшая доля эякулятов (28,6%), содержащих свы-

ше 5,1 млрд сперматозоидов, была получена в летний период, по остальным сезонам года она колебалась на уровне 22,7–23,8%. В 2011–2013 гг. наибольшее количество качественных эякулятов было взято в осенний период и составило 82,3%, что на 7–10% выше по сравнению с остальными сезонами года ($P<0,001$). Поскольку быки-производители получают однотипный рацион, имеют стандартный распорядок дня в течение всего года, то резких скачков в полученной по сезонам года спермопродукции не отмечено.

ВЫВОДЫ

1. У быков-производителей зрелого репродуктивного возраста количество качественных эякулятов, отобранных для криоконсервации, составляет в среднем 76% с вариабельностью 73–82%.

2. Основной массив полученных эякулятов имеет число сперматозоидов до 3 млрд независимо от сезона года – 45%. Эякуляты с наивысшим количеством сперматозоидов (свыше 5,1 млрд составляют 24,5%, со средним (3,1–5,0 млрд) – 31,4%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Милованов В. К. Биология воспроизведения и искусственного осеменения животных. – М., 1962. – 696 с.
2. Никиткина Е. В. Изменчивость морфо-физиологических и биохимических показателей спермы быков: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1999. – 22 с.
3. Петкевич Н. С., Григорьев Н. Н., Давыдова З. А. Характеристика спермопродукции быков-производителей разных генотипов в зависимости от возраста // Сб. науч. тр. ВИЖ. – Дубровицы, 1986. – Вып. 47. – С. 93–95.
4. Рустенов А. Р. Возрастная и сезонная изменчивость спермопродуктивности быков-производителей // Бюл. науч. работ ВНИИРГЖ. – 1991. – Вып. 128. – С. 28–31.
5. Милченко Ю. В. Оценка воспроизводительных качеств быков-производителей с использованием ЭВМ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Жодио, 1991. – 22 с.
6. Шарыгина Л. Н. Породные и сезонные изменения основных показателей спермопродукции // Наше племенное дело. – 2004. – № 1. – С. 12–13.
7. Волкова С. В., Алифанов В. В., Алифанов С. В. Влияние возраста быков и времени года на качество спермы // Современные проблемы науки и образования: прил. С.-х. науки. – 2008. – № 6. – С. 5–7.
8. Зенков П. М. Влияние генотипа и сезона года на спермопродукцию быков-производителей // Вестн. РАСХН. – 2009. – № 3. – С. 58–62.
9. Дьякевич О. Н., Кононов В. П. Сезонная депрессия воспроизводительной функции и гематологические показатели стрессового состояния быков // С.-х. биология. – 1996. – № 4. – С. 79–84.
10. Пыжова Е. А., Иванов Ю. А., Ескин Г. В. Влияние комплекса признаков на качество спермы быков-производителей // Молочное и мясное скотоводство. – 2011. – № 1. – С. 22–23.
11. Динамика сперматологических показателей семени быков-производителей голштинской породы канадского происхождения / А. И. Абилов, Е. В. Колосова, Г. В. Ескин, Е. В. Федорова // Актуальные проблемы ветеринарной патологии и морфологии животных: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2006. – С. 837–842.
12. Брагинцев С. А. Биотехнологические показатели воспроизводительных функции быков-производителей различных генотипов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб. – Пушкин, 1997. – 21 с.
13. Национальная технология замораживания и использования спермы племенных быков-производителей / под общ. ред. проф. А. И. Абилова и Н. М. Решетниковой. – М., 2008. – 162 с.

REFERENCES

1. Milovanov V. K. *Biologiya vosproizvedeniya i iskusstvennogo osemneniya zhivotnyh* (Biology of reproduction and artificial insemination of animals), Moscow, 1962, 696 p.
2. Nikitkina E. V. *Izmenchivost' morfo-fiziologicheskikh i biohimicheskikh pokazatelej spermy bykov*, Extended abstract of candidate's thesis, S. Petersburg, 1999, 22 p.
3. Petkevich N. S., Grigor'ev N. N., Davydova Z. A. Harakteristika spermaprodukcii bykov-proizvoditelej raznyh genotipov v zavisimosti ot vozrasta, *Collection of proceedings. VIZH*, Dubrovicy, 1986, Issue 47, pp. 93–95. (In Russ.)
4. Rustenov A. R. *Vozrastnaya i sezonnaya izmenchivost' spermaproduktivnosti bykov-proizvoditelej. Bulletin of scientific works VNIIRGZH*, 1991, Issue 128, pp. 28–31. (In Russ.)

5. Milchenko YU.V. *Ocenka vosproizvoditel'nyh kachestv bykov-proizvoditelej s ispol'zovaniem EHVM*. Extended abstract of candidate's thesis, Zhodino, 1991, 22 p.
6. Sharygina L.N. Porodnye i sezonnye izmeneniya osnovnyh pokazatelej spermoprodukcii, *Nashe plemennoe delo*, 2004, No. 1, pp. 12–13. (In Russ.)
7. Volkova S. V., Alifanov V. V., Alifanov S. V. Vliyanie vozrasta bykov i vremeni goda na kachestvo spermy, *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2008, No. 6, (prilozhenie SVH nauki) pp. 5–7. (In Russ.)
8. Zenkov P.M. Vliyanie genotipa i sezona goda na spermoprodukciju bykov-proizvoditelej, *Vestnik RASKHN*, 2009, No. 3, pp. 58–62. (In Russ.)
9. D'yakevich O.N., Kononov V.P. Sezonnaya depressiya vosproizvoditel'noj funkcii i gematologicheskie pokazateli stressovogo sostoyaniya bykov, *Agricultural Biology*, 1996, No. 4, pp. 79–84. (In Russ.)
10. Pyzhova E.A., Ivanov YU.A., Eskin G. V. Vliyanie kompleksa priznakov na kachestvo spermy bykov-proizvoditelej, *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2011, No. 1, pp. 22–23. (In Russ.)
11. Abilov A.I., Kolosova E. V., Eskin G. V., Fedorova E. V. Dinamika spermatologicheskikh pokazatelej semeni bykov-proizvoditelej golshtinskoj porody kanadskogo proiskhozhdeniya, *Aktual'nye problemy veterinarnoj patologii i morfologii zhivotnyh* (Actual problems of veterinary pathology and animal morphology), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Voronezh, 2006, pp. 837–842. (In Russ.)
12. Braginec S.A. *Biotekhnologicheskie pokazateli vosproizvoditel'nyh funkcii bykov-proizvoditelej razlichnyh genotipov*. Extended abstract of candidate's thesis, S. Peterburg, Pushkin, 1997, 21 p.
13. *Nacional'naya tekhnologiya zamorazhivaniya i ispol'zovanie spermy plemennyh bykov-proizvoditelej* (National freezing technology and the use of sperm from breeding bulls), Moscow, 2008, 162 p.

ВЛИЯНИЕ ГОТОВОГО РАЦИОНА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ЩЕНКОВ

М. С. Борцова, кандидат ветеринарных наук
Л. Н. Стацевич, кандидат биологических наук, доцент
Е. С. Коновалов, ст. преподаватель
Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия
E-mail: kafedravse_106@mail.ru

Ключевые слова: щенки, рост и развитие, относительный прирост, абсолютный прирост, сухой рацион

Реферат. Для жизнедеятельности животных и их здоровья немаловажное значение имеет обеспечение их организма энергетическими компонентами, поступающими в составе кормовой массы. В связи с этим создание рационов с составом, удовлетворяющим потребности организма питомца в питательных веществах на разных этапах его развития, является актуальным вопросом ветеринарной диетологии. Достигнуть этого можно, применяя для кормления рационы, сбалансированные по всем необходимым компонентам. Исследования по влиянию готовых рационов на рост и развитие собак разных пород и возрастных категорий являются фрагментарными. Существует необходимость в более детальном изучении ростовых показателей животных при скормлировании таких рационов в условиях низких температур Западной Сибири. Работа по изучению влияния готового рациона на рост и развитие щенков проходила в одном из приютов для бездомных животных г. Новосибирска в 2016 г. Использованный в опыте корм YUMMI PREMIUM для щенков имеет следующие основные показатели: белки – 26 %, жиры – 10, клетчатка – 7, зола – 7, влажность – не более 10, кальций – 1, фосфор – 0,8 %. При этом 50 % это – мясные ингредиенты (говядина, курица, субпродукты), 35 – злаки (пшеница, гречка), растительные масла, сухое молоко и 5 % – овощи, куриный жир, маннаноолигосахариды (MOS), экстракт юкки Шидигера, экстракт морских водорослей. Кроме того, в состав корма входят следующие пищевые добавки: витамины А (17000 МЕ/кг), D₃ (1700 МЕ/кг), Е (200 мг/кг), В₁ (15 мг/кг), В₂ (20 мг/кг), В₆, В₁₂ (100 мкг/кг), К₃, ниацин (85 мг/кг), пантотеновая кислота (50 мг/кг), биотин (950 мкг/кг), железо, цинк, марганец, медь (20 мг/кг), йод (2 мг/кг), селен (0,25 мг/кг). Выбранный для проведения опыта готовый рацион с большой охотой поедался щенками. Данное исследование показало, что готовые корма YUMMI PREMIUM для щенков способствует повышению живой массы и среднесуточных темпов роста, а также улучшают основные показатели, характеризующие гармоничное развитие собак.

IMPACT OF PREPARED DIET ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PUPPIES

Bortsova M.S., Candidate of Veterinary Sc.
Statsevich L.N., Candidate of Biological Sc., Associate Professor
Konovalov E.S., Senior Teacher
Novosibirsk State Agrarian University, Новосибирск, Россия

Key words: puppies, growth and development, relative growth absolute growth, dry ration.

Abstract. The authors see energy components extremely relevant for animals and their health. Due to this fact, diets with energy components that satisfy pets with nutrients at different stages of growth is significant issue in veterinary nutrition. This could be achieved when applying diets

that contain balanced necessary components. The research aimed at exploring the impact caused by ready diets on the growth and development of dogs that differ in age and breed is fragmentary one. The authors make a case about necessity for detailed investigation the growth parameters of animals when feeding them with this kind of diets in the low temperatures of Western Siberia. The impact of the finished ration on puppy growth and development was investigated in one of the animal shelters in Novosibirsk in 2016. The main food used in the experiment for feeding puppies was YUMMI PREMIUM; the feed contains proteins - 26%, fats - 10, fiber - 7, ashes - 7, moisture - no more than 10, calcium – 1 and phosphorus - 0,8%. The authors observed that 50% are meat ingredients (beef, chicken, by-products), 35 are cereals (wheat, buckwheat), vegetable oils, dried milk and 5% are vegetables, chicken fat, mannanoligosaccharides (MOS), Shidiger yucca extract and sea kelp extract. The following food additives are included in the feed: Vitamin A (17000 IU/kg), vitamin D3 (1700 IU/kg), vitamin E (200 mg/kg), B1 (15 mg/kg), B2 (20 mg/kg), B6, B12 (100 mg/kg), K3, niacin (85 mg/kg), pantothenic acid (50 mg/kg), biotin (950 µg/kg), iron, zinc, manganese, copper (20 mg/kg), iodine (2 mg/kg) and selenium (0.25 mg/kg). The food of the experiment was eaten by puppies with great pleasure. This experiment has shown that YUMMI PREMIUM for puppies increase body weight and average daily growth rates, as well as improve the main parameters of dogs development.

Жизнедеятельность животного организма зависит от качественного кормления. Возникает необходимость разработки рационов, обеспечивающих потребности организма в питательных веществах за счет их сбалансированности по основным компонентам [1].

Согласно И.С. Заиграеву [2], «... понятие о сбалансированности традиционно-го типа кормления сводится к тому, что он может не удовлетворять потребности собак по энергетической ценности, витаминам, минералам. Полноценные готовые рационы в своем составе имеют все необходимые макро- и микроэлементы, обеспечивают энергетические и питательные потребности организма собак».

По данным В.А. Ситникова [3], «... информация о составе кормов, даже сбалансированных, еще не позволяет сделать вывод о том, что организм собаки усвоит питательные вещества и энергию в необходимом ему количестве. Это определяется отличиями в переваримости ингредиентов корма, а также тем, что в составе кормов не указывается полное содержание компонентов».

Как указывает Г.В. Родионов [4], «... для правильного выращивания щенка важное значение имеет знание основных закономерностей роста и развития всего организма. Под ростом понимается увеличение массы тела

собаки, как в целом, так и его отдельных органов. Развитие – сложный процесс, при котором одновременно с увеличением массы тела развиваются и изменяются экстерьер, характерный для данной породы, и физиологические функции организма животных этой породы».

По данным М.Г. Псалмова [5], «... для правильного выращивания большое значение имеет знание темпа и продолжительности роста, характера изменения пропорций тела на каждом этапе. Выделяют следующие основные этапы роста и развития собак: внутриутробный (эмбриональный), подсосный (от рождения до 1–1,5 месяца), щенят (от 1,5 до 6 месяцев), молодняка (от 6 до 10–12 месяцев) и молодых собак (от 10–12 месяцев до 2–2,5 г)».

От 2 до 6 месяцев масса щенка увеличивается примерно в 3 раза, высота в холке – почти в 2 раза, а длина конечностей в 2–3 раза. Развитие груди также происходит до 6 месяцев, но окончательное формирование продолжается и дальше [5].

Обхват пясти, соотношением которого к высоте в холке характеризуется мощность костяка, стабилизируется к 4–6 месяцам. В возрасте от 6 до 12 месяцев темп роста еще замедляется. За этот период масса щенка увеличивается только на 25–30%, а высота в хол-

ке – максимум на 10%. Таким образом, наиболее интенсивный рост щенка происходит до 6 месяцев [5].

Многообразие кормов оставляет открытым вопрос о том, какие из них являются соответствующими для собак различных пород и возрастных групп. Показательными критериями оценки влияния рациона на организм являются изменения его роста и развития.

Подобные исследования по региону Западной Сибири фрагментарные. С. А. Боляхина с соавт. [6] выяснили, что «... использование готовых сухих рационов оказывает положительное влияние на организм собак в период интенсивного роста и тренинга».

Целью нашей работы было изучение влияния готового рациона YUMMI PREMIUM для щенков на показатели их роста и развития.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа по изучению влияния готовых рационов на рост и развитие щенков проходила в одном из приютов для бездомных животных г. Новосибирска в 2016 г. В ходе опыта было сформировано две группы беспородных щенков по 5 животных в каждой. Щенки подбирались по принципу аналогов с учетом живой массы, возраста, состояния здоровья. В период проведения исследований каждая группа щенков находилась в отдельном вольере.

Первая группа – контрольная – получала традиционный для приюта корм, в состав которого входили мясная обрезь и крупы в разном сочетании. Вторая группа – опытная – питалась готовым рационом YUMMI PREMIUM для щенков.

Средняя масса собак в созданных группах на начало опыта составляла $5,40 \pm 0,53$ кг. Возраст щенков – 7–8 недель. Продолжительность опыта составила 8 недель, при этом проводили изучение динамики живой массы путем еженедельного взвешивания животных из опытной и контрольной групп. Кроме изменения массы учитывали также изменение основных промеров: высо-

ты в холке, обхвата груди и пясти, ширины груди спереди.

Изучение закономерностей роста животных в отдельные возрастные периоды позволяет путем изменения качественных показателей кормления и улучшения содержания влиять на параметры их телосложения и добиться лучшего развития статей.

Особенности роста и развития щенков в период проведения опыта определяли методом расчёта среднесуточного, абсолютного и относительного прироста массы и промеров животных.

Под абсолютным приростом понимают увеличение живой массы и промеров молодняка за определенный период времени, выраженное в граммах или килограммах. Абсолютный прирост животных представляет собой разницу между начальной и конечной массой тела: $X = W_t - W_0$, где W_t – масса животного в конце контрольного периода; W_0 – масса животного в начале периода [7].

Среднесуточный прирост определяют по формуле $(W_t - W_0) / t$, где W_t – масса животного в конце контрольного периода; W_0 – масса животного в начале периода; t – время, прошедшее между взвешиваниями. По этому показателю судят об интенсивности роста молодняка [7].

Для определения напряженности процессов роста (взаимоотношения между величиной растущей массы и скоростью роста) вычисляют относительную скорость роста. Относительная скорость роста животного – величина не постоянная и при оптимальных условиях кормления и содержания с возрастом понижается. Относительный прирост – это показатель скорости роста животного, выраженный в процентах от массы его к началу контрольного периода. По относительной скорости роста можно оценить хозяйственно-биологические особенности животного, делать выводы об эффективности процессов ассимиляции в их организме [7]. Темпы прироста показателей физических качеств определяли по формуле С. Броди:

$$K = (W_t - W_0) / 0,5 \times (W_0 + W_t) \times 100,$$

где K – прирост за учетный период (в процентах); W_t – масса в конце периода и W_0 – масса в начале периода [7].

Основные результаты исследований обработаны статистически с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel и сопоставлением с критерием Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изучение химического состава традиционного рациона для собак в приюте для животных не проводилось. Как правило, при самостоятельном приготовлении кормовой смеси сложно рассчитать её питательную ценность и достичь высокого содержания сухого вещества. При высокой влажности кормовой смеси снижаются ее питательные свойства. При нарушении сроков хранения и технологии производства корма в нём могут усиливаться процессы окисления, что приводит к разрушению питательных веществ, особенно жиров и жирорастворимых витаминов; идет накопление токсических продуктов (кетонов, альдегидов, перекисей, свободных кислот); снижается первоначальная пищевая ценность корма, развивается его микробиологическая нестабильность [8].

Для растущего организма большое значение имеет качество белка в рационе, которое зависит от правильного соотношения между заменимыми и незаменимыми аминокислотами. Так как незаменимые аминокислоты в организме не синтезируются, недостаток в рационе какой-нибудь одной из них нарушает интенсивность образования белка, что оказывает отрицательное влияние на обмен веществ, вле-

чёт за собой нарушения процессов развития и снижает адаптационные возможности растущего организма [9]. Определить содержание протеина в кормосмеси при её самостоятельном приготовлении в условиях городского приюта для собак – невыполнимая задача.

Количество сухого вещества в готовом рационе, как правило, указывает на его высокую питательную ценность. Использованный в опыте корм YUMMI PREMIUM для щенков содержит в своём составе белков 26 %, жиров – 10, клетчатки – 7, золы – 7, кальция – 1, фосфора – 0,8 %. Влажность рациона не превышает 10 %. При этом 50 % это – мясные ингредиенты (говядина, курица, субпродукты), 35 – злаки (пшеница, гречка), растительные масла, сухое молоко, 5 – овощи, куриный жир, маннанолигосахариды (MOS), экстракт юкки Шидигера, экстракт морских водорослей. Кроме того, в состав корма входят следующие пищевые добавки: витамины А (17000 МЕ/кг), D₃ (1700 МЕ/кг), Е (200 мг/кг), В₁ (15 мг/кг), В₂ (20 мг/кг), В₆, В₁₂ (100 мкг/кг), К₃, ниацин (85 мг/кг), пантотеновая кислота (50 мг/кг), биотин (950 мкг/кг), железо, цинк, марганец, медь (20 мг/кг), йод (2 мг/кг), селен (0,25 мг/кг). Подобранный для проведения исследований готовый рацион охотно поедался щенками.

По данным В.Д. Беляева [10], «... поскольку формирование живого организма происходит за счет питательных веществ корма, следовательно, скорость роста и развития, масса тела также находятся в прямой зависимости от качества кормления».

Полученные данные, характеризующие особенности роста и развития щенков при применении разных рационов, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние корма YUMMI PREMIUM на показатели живой массы и прирост собак за период наблюдений (M±m)
Impact caused by Yummi Premium on the parameters of dogs' body weight and growth within the period of observation (M±m)

Показатель	Опытная группа (n=5)	Контрольная группа (n=5)
Живая масса, кг	10,10±0,60	9,90±0,50
Суточный прирост, г	98,20±5,03	97,50±6,20
Абсолютный прирост, г	70,60±8,10	57,60±4,90
Относительный прирост, %	49,50±3,74*	39,50±1,30

* $P \leq 0.05$ по сравнению с контрольной группой.

* $P \leq 0.05$ in comparison with the control group

Живая масса является суммарным показателем, характеризующим накопление тканей тела у растущих животных. Его изменения у щенков в опытной группе в течение всего периода исследований были незначительно выше, чем у животных контрольной группы ($10,1 \pm 0,6$ и $9,9 \pm 0,5$ кг соответственно). Показатель суточного прироста у животных опытной группы на 0,3 % превышал аналогов из контроля. Абсолютный прирост за весь период наблюдения у щенков, потребляющих готовый корм, был на 18,5 % выше, чем у щенков, находящихся на обычном рационе. Относительный прирост (интенсивность процессов роста) также был выше в опытной группе на 20,3 % ($P \leq 0,05$). Полученные результаты, вероятно, связаны с полноценным составом готового рациона, обеспечивающим

растущий организм необходимым набором аминокислот, жиров, углеводов, покрывающих энергетические потребности животного организма на ранних этапах развития.

Изучение изменений промеров собак, полученных в ходе исследования, продемонстрировало, что средние характеристики стати, а также их абсолютный и относительный приросты выше у собак из опытной группы (табл. 2).

Размеры статей у опытной группы животных были выше в сравнении с аналогами из контроля: высота в холке у щенков, получавших готовый рацион, превышала этот показатель у животных контрольной группы на 3,6 %, обхват груди превышал показатели животных контрольной группы на 2,9, ширина груди – на 5,9 % ($P \leq 0,5$). Также достоверно

Таблица 2

Влияние корма YUMMI PREMIUM на основные промеры собак за период наблюдений ($M \pm m$)
Impact caused by Yummi Premium on the dogs size within the period of observation ($M \pm m$)

Показатель	Опытная группа			Контрольная группа		
	Средние показатели, см	Абсолютный прирост, см	Относительный прирост, %	Средние показатели, см	Абсолютный прирост, см	Относительный прирост, %
Высота в холке	$42,300 \pm 1,005$	$0,150 \pm 0,01$	$20,500 \pm 3,390$	$40,800 \pm 2,004$	$0,110 \pm 0,010$	$16,200 \pm 2,420$
Обхват груди	$44,900 \pm 0,57$	$0,140 \pm 0,007^{**}$	$0,200 \pm 0,011^{**}$	$43,600 \pm 1,92$	$0,090 \pm 0,001$	$0,100 \pm 0,017$
Обхват пясти	$10,600 \pm 0,53$	$0,060 \pm 0,003$	$0,400 \pm 0,026$	$10,800 \pm 0,52$	$0,060 \pm 0,006$	$0,300 \pm 0,050$
Ширина груди спереди	$14,500 \pm 0,2$	$0,070 \pm 0,004^*$	$0,300 \pm 0,056$	$13,800 \pm 0,69$	$0,050 \pm 0,006$	$0,200 \pm 0,003$

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ по сравнению с контрольной группой.

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$ in comparison with the control group.

отличались абсолютные и относительные параметры увеличения обхвата груди ($P \leq 0,01$). Исключение составили только данные по обхвату пясти. Средний показатель размера обхвата пясти в контрольной группе был выше показателя опытной, что, вероятнее всего, связано с индивидуальными особенностями организма животных.

Таким образом, применение для кормления растущих собак готового рациона имеет ряд преимуществ: положительно влияет на физиологическое состояние животных, обеспечивая их организм полноценным составом питательных веществ, позволяет оптимизировать процесс кормления и нормирования корма.

ВЫВОДЫ

1. Готовый сухой рацион YUMMI PREMIUM для щенков является более приемлемым, чем приготавливаемый в питомнике корм, и способствует их более гармоничному развитию.

2. Живая масса тела собак при кормлении готовым рационом YUMMI PREMIUM для щенков имеет тенденцию к увеличению в сравнении с аналогами из контрольной группы.

3. Применение сухого рациона YUMMI PREMIUM для щенков обеспечивает увеличение основных промеров тела (высота в холке, обхват в груди, ширина груди) в сравнении с традиционным рационом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Качалкова Т.В. Влияние различных типов кормления на физиологическое состояние собак: дис... канд. с.-х. наук. – Тюмень, 2005. – 126 с.
2. Заиграева И.С., Семенченко С.В. Влияние смены корма на рост и развитие служебных собак // Вестн. КрасГАУ. –2015. – № 3. – С. 100–105.
3. Ситников В.А., Беляев В.Д. Влияние типа кормления на переваримость питательных веществ и гормональный статус собак// Перм. аграр. вестн. – 2017. – № 1 (17). – С. 109–112.
4. Родионов Г.В. Табакова Л.П. Основы зоотехнии. – М.: Академия, 2003. – 446 с.
5. Псалмов М.Г. Книга собаководов. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 230 с.
6. Боляхина С.А., Насартдинова Г.Ф., Ефремова Е.А. Влияние кормления сухими гранулированными кормами на физиологические параметры у юниоров западно-сибирской лайки в период формирования рабочих качеств // Вестн. НГАУ. –2016. – № 2. – С. 60–64.
7. Жигачев А.И., Уколов П.И., Вилль А.В. Разведение сельскохозяйственных животных с основами частной зоотехнии. – М.: КолосС, 2009. – 408 с.
8. Коррекция окислительного стресса у клеточных пушных зверей / Н.В. Пронина, О.Н. Сухих, И.И. Окулова, О.Ю. Беспятых // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – 2012. – № 1. – С. 323–324.
9. Омаров М.О., Головкин Е.Н., Слесарева О.А. Влияние незаменимых аминокислот на продуктивность молодняка свиней// Сб. науч. тр. Сев.-Кавк. НИИ животноводства. – 2012. – № 1, т. 1. – С.41–48.
10. Беляев В.Д., Ибишов Д.Ф. Влияние сухого и традиционного приготовления корма на гематологические и сперматологические показатели у собак породы немецкая овчарка в условиях специализированных питомников Пермского края // Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – № 3, т. 211. – С. 225–228.

REFERENCES

1. Kachalkova T.V. *Vlijanie razlichnyh tipov kormlenija na fiziologicheskoe sostojanie sobak*, Candidate's thesis (The effect of different types of feeding on the physiological state of dogs), Tjumen», 2005, 126 p.
2. Zaigraeva I.S., Semenchenko S.V., *Vestnik KrasGAU*, 2015, No. 3, pp. 100–105. (In Russ.)
3. Sitnikov V.A., Beljaev V.D., *Permskij agrarnyj vestnik*, 2017, No. 1 (17), pp. 109–112. (In Russ.)
4. Rodionov G.V. Tabakova L.P. *Osnovy zootehnii* (Basics of animal husbandry), Moscow: Akademiya, 2003, 446 p.
5. Psalmov M.G. *Kniga sobakovoda* (Dog breeder's book), Moscow: Rosagropromizdat, 1990, 230 p.
6. Boljahina S.A., Nasartdinova G.F., Efremova E.A., *Vestnik NGAU*, 2016, No. 2 (39), pp. 60–64. (In Russ.)
7. Zhigachev A.I., Ukolov P.I., Vill» A.V. *Razvedenie sel'skhozajstvennyh zhivotnyh s osnovami chastnoj zootehnii* (Breeding of farm animals with the basics of private animal husbandry), Moscow: KolosS, 2009, 408 p.
8. Pronina N.V., Suhikh O.N., Okulova I.I., Bospjatyh O. Ju., *Sovremennye problemy prirodopol'zovanija, ohotovedenija i zverovodstva*, 2012, No. 1, pp. 323–324. (In Russ.)
9. Omarov M.O., Golovko E.N., Slesareva O.A., *Sbornik nauchnyh trudov Severo-kavkazskogo NII zhivotnovodstva*, 2012, No. 1 (1), pp.41–48. (In Russ.)
10. Beljaev V.D., Ibishov D.F. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N. Je. Baumana*, 2012, No. 3 (211), pp. 225–228. (In Russ.)

ИЗУЧЕНИЕ АНТИГЕННОСТИ БЕЛКОВ БРУЦЕЛЛ В ИММУНОФЕРМЕНТНОМ АНАЛИЗЕ

¹А.К. Булашев, доктор ветеринарных наук, профессор

¹А.С. Сыздыкова, магистр технических наук

¹Ж.А. Сураншиев, кандидат ветеринарных наук, доцент

¹К.А. Турсунов, магистр ветеринарных наук, ассистент

²С.З. Ескендинова, кандидат ветеринарных наук, доцент

¹Казахский агротехнический университет
им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

²Национальный центр по биотехнологии,
Астана, Казахстан

E-mail: aytbay57@mail.ru

Ключевые слова: бруцеллез, крупный рогатый скот, овцы, диагностика, серологические реакции, иммуноферментный анализ, белки внешней мембраны, антигенность

Реферат. Прижизненная диагностика бруцеллеза животных основана главным образом на использовании серологических реакций, таких как РА, РБП и/или РСК. В этих тестах антитела определяются с помощью антигена, изготавливаемого из S-клеток бруцелл, главным компонентом которых являются липополисахариды (ЛПС). Последние могут быть причиной перекрестных реакций с другими клинически значимыми грамотрицательными бактериями, что приводит к получению ложноположительных результатов. В этой связи белки внешней мембраны (БВМ) бруцелл находятся в центре внимания исследователей, занимающихся совершенствованием диагностики бруцеллеза. В работе приведены результаты изучения антигенности пяти рекомбинантных белков бруцелл (pBVM19, pBVM25, pBVM31, pBP26 и pCOD) и экстрагируемого белкового антигена (ЭБА) *B. abortus* и/или *B. melitensis* в непрямом иммуноферментном анализе (н-ИФА) на сыворотках крови крупного рогатого скота и овец, реагирующих на бруцеллез в классических серологических реакциях. Среди использованных белковых препаратов наиболее антигенным оказался ЭБА, который обнаруживал антитела у 94,8 % крупного рогатого скота и 69 % овец. Антитела, специфичные к pBVM19, pBVM25 и pBVM31, детектировались лишь у 39; 50,6 и 76,6 % серопозитивных коров соответственно. Периплазматические белки – pBP26 и pCOD оказались менее антигенными, чем внешнемембранные, выявляя наличие анти-*Brucella* антител только у 29,9 и 14,3 % крупного рогатого скота соответственно. Рекомбинантные белки не распознавались антителами серопозитивных овец. Антитела к рекомбинантным белкам в н-ИФА обнаруживались у незначительного количества крупного рогатого скота благополучной фермы (от 2,1 до 12,5 %). Полученные результаты свидетельствуют о необходимости проведения экспериментального заражения животных с целью объективной оценки потенциала рекомбинантных белков в диагностике бруцеллеза.

ANTIGENICITY OF BRUCELLA PROTEINS BY THE ELISA TEST

¹Bulashev A.K., Doctor of Veterinary Sc., Professor

¹Syzdykova A.S., MSc-student of Technical Sc.

¹Suranshiyev Zh.A., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor

¹Tursunov K.A., MSc-student of Veterinary Sc., Assistant

²Eskendirova S.Z., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor

¹S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan

²National Centre for Biotechnology, Astana, Kazakhstan

Key words: brucellosis, cattle, sheep, diagnostics, serological tests, ELISA test, outer membrane proteins, antigenicity.

Abstract. Lifetime diagnostics of animal brucellosis is mainly based on serological reactions as SAT, RBPT and CFT. The tests determine antibodies by means of antigen produced from Brucella S-cells that mainly contain lipopolysaccharides (LPS). The LPS may cause cross-reactions with other clinically significant gram-negative bacteria; this leads to false-positive results. Due to this fact, the researchers involved in improving. The paper highlights the research results on antigenicity of 5 recombinant Brucella proteins (rOMP19, rOMP25, rOMP31, rBP26 and rSOD) and soluble protein preparations (CSP) of B. abortus and/or B. melitensis by indirect ELISA using cattle and sheep serum samples positive for brucellosis by classical serological tests. CSP appeared to be the most antigenic among the protein specimens; it determined antibodies in 94.8% of the cattle and 69% of sheep. Antibodies which were specific to rOMP19, rOMP25 and rOMP31 were detected in 39%; 50.6 and 76.6% of antibody-positive cows. Periplasmic proteins (rBP26 and rSOD) were observed as less antigenic than outer membrane proteins and revealed anti-Brucella antibodies in 29.9 and 14.3% of the cattle. Recombinant proteins were not detected by antibodies of sheep positive for brucellosis. Antibodies to recombinant proteins by i-ELISA were detected in the small number of the cattle kept at brucellosis free farm (from 2.1 to 12.5%). The results obtained outline the necessity to carry out experimental infection of animals in order to assess properly the capacities of recombinant proteins when diagnosing brucellosis.

Республика Казахстан (РК) входит в десятку стран, где ежегодная заболеваемость бруцеллезом на 100 тыс. населения составляет от 8 до 50 случаев. Проблема бруцеллеза людей стоит достаточно остро и в Российской Федерации (РФ), особенно в ее кавказских регионах [1]. Кроме того, сохраняется угроза возникновения новых эпизоотических очагов в других округах РФ за счет заноса возбудителя болезни из других стран [2].

Эффективность борьбы с бруцеллезом зависит в первую очередь от своевременной диагностики. Традиционные серологические реакций (РБП, РА, РСК и др.) характеризуются низкой специфичностью из-за использования в них единого бруцеллезного антигена, изготавливаемого из S-клеток бруцелл, главным компонентом которых являются липополисахариды (ЛПС). Последние служат причиной перекрестных реакций с другими клинически значимыми грамотрицательными бактериями [3]. Тем не менее относительная легкость получения данного антигена и/или ЛПС бруцелл является привлекательным фактором для производителей традиционных диагностикумов и тестов, основанных на иммуноферментном анализе (ИФА-наборов).

В РК за пятилетний период (2008–2012 гг.) использования метода борьбы с бруцеллезом «ИФА-тест и убой» количество животных, положительно реагирующих на бруцеллез, возросло в 5–9 раз в зависимости от региона республики [4], однако улучшения эпизоотической ситуации не наступало. В настоящее время ИФА, в соответствии с ветеринарными (ветеринарно-санитарными) правилами РК, рекомендован только для серологических исследований 4–6-месячного молодняка благополучных по бруцеллезу хозяйств. Основным препятствием для широкого внедрения в диагностическую практику ИФА-наборов остается отсутствие антигена, специфичного для бактерий рода *Brucella*.

Анализ мировой литературы показывает, что среди компонентов клеточной стенки бруцелл наиболее перспективными в разработке как диагностических тестов, так и вакцинных препаратов являются белковые компоненты [5]. На современном этапе развития генной инженерии одним из эффективных подходов в получении *Brucella*-специфичных белков является создание штаммов-продуцентов рекомбинантных белков внешней мембраны (рБВМ) патогена. Так, в настоящее время изучены антигенные и иммуногенные свой-

ства рБВМ с молекулярной массой 16 кДа (рБВМ16) [6], 19 кДа (рБВМ19) [7], 25 кДа (рБВМ25) [8], 31 кДа (рБВМ31) [9], а также периплазматических белков с молекулярной массой 28 кДа (рВР26 или рБВМ28) [10] и супероксиддисмутазы (рСОД) бруцелл [11]. Однако потенциал этих белков в ИФА при серологической диагностике животных все еще остается малоизученным, и полученные результаты весьма неоднозначны, а порой и противоречивы.

Целью работы явилось изучение антигенности рекомбинантных белков бруцелл в непрямом ИФА (н-ИФА) на образцах сывороток крови крупного рогатого скота и овец, положительно реагирующих на бруцеллез в традиционных серологических реакциях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Инактивированная бактериальная масса Brucella abortus 19 и/или Brucella melitensis Rev-1 была любезно предоставлена НПО «Антиген» (Казахстан, Алматы).

Экстрагируемый белковый антиген (ЭБА) из клеток B. abortus 19 и/или B. melitensis Rev-1 получали по методу L. Tabatabai и D. Deyoe [12], основанному на элюировании белков клеточной стенки бруцелл 0,1 М раствором цитрата натрия, содержащим 1 М хлорида натрия и 0,1 % тритона X-100.

В работе были использованы *рекомбинантные белки*, полученные в наших предыдущих исследованиях: рБВМ19 *B. abortus*, рБВМ25 *B. abortus* и рБВМ31 *B. melitensis* [13]. Синтез нуклеотидных последовательностей первого белка был выполнен компанией BioBasic (Канада), двух последующих белков – компанией Invitrogen (США). Кроме того, использовались периплазматические белки *Brucella* spp.: рВР26 [10] и рСОД [14], синтез которых был осуществлен de novo с помощью олигонуклеотидных праймеров, полученных на автоматическом ДНК-синтезаторе.

Культивирование штаммов-продуцентов и очистка рекомбинантных белков. Культуры *Escherichia coli* – штаммов-проду-

центов рекомбинантных белков – выращивали в жидкой и твердой среде Лурия-Бертани, содержащей 1 % бакто-триптона, 0,5 % дрожжевого экстракта и 1 % NaCl (Thermo Fisher Scientific, США) с добавлением ампициллина в концентрации 100 мкг/мл (ОАО «Синтез», Россия). Рекомбинантный белок очищали с помощью металл-аффинной хроматографии с использованием коммерческих колонок HisTrap Columns (GE Healthcare Life Sciences, Англия) в соответствии с наставлениями производителя.

Сыворотки крови. В работе были использованы 144 образца сывороток крови крупного рогатого скота. Из них 77 образцов с положительными результатами на бруцеллез в РА и/или РБП были предоставлены ветеринарной лабораторией Житикаринского района Костанайской области. Эти сыворотки принадлежали невакцинированным коровам казахской белоголовой породы, содержащимся в хозяйстве, где произошла вспышка бруцеллеза (свежий очаг инфекции). Сорок восемь образцов сывороток крови были взяты от коров этой же породы крестьянского хозяйства «Мерке» (Бухаржырауский район, Карагандинская область), оздоровленного от бруцеллеза в 2016 г. В данном хозяйстве крупный рогатый скот подвергается вакцинации штаммом *B. abortus* 19. В качестве негативного контроля при постановке н-ИФА были использованы 19 проб сывороток крови телок молочно-товарной фермы производственного кооператива «Родина» (Целиноградский район, Акмолинская область). Данный хозяйствующий субъект длительное время благополучен по бруцеллезу и не вакцинирует поголовье скота против бруцеллеза.

Сто образцов сывороток крови овец с положительными результатами на бруцеллез по комплексу РА, РБП и/или РСК и ИФА (тест-набор фирмы ID Vet, Франция), а также 8 овечьих негативных сывороток были предоставлены РГП «Национальный референтный центр по ветеринарии» (НРЦВ) КВКН МСХ РК.

Определение антигенности белковых препаратов бруцелл в н-ИФА. Лунки полисти-

ролового планшета (Thermo Fisher Scientific, США) сенсibilизировали раздельно следующими антигенами бруцелл: рБВМ19, рБВМ25, рБВМ31, рВР26, рСОД и ЭБА *B. abortus* и ЭБА *B. melitensis* в концентрации 5,0 мкг/мл в 0,1М бикарбонатном буфере с рН 9,6. Планшет закрывали крышкой и оставляли в холодильнике (4 °С) на ночь, после чего содержимое лунок удаляли и отмывали 6 раз, заполняя лунки до верхнего края забуференным физиологическим раствором с добавлением Твина-20 (ЗФР-Тв). Активные центры твердой фазы блокировали 1%-м раствором бычьего сывороточного альбумина. Далее в лунках готовили разведения исследуемых и/или контрольных образцов сывороток крови 1:100 и 1:200 в ЗФР-Тв и оставляли на 1 ч при 37 °С. После отмывки планшет в лунки вносили рабочее разведение антивидовых (анти-бычьих или анти-овечьих) антител, меченых пероксидазой хрена (Sigma-Aldrich, США) в ЗФР-Тв. Через 1 ч после выдерживания планшета в термостате (37 °С) повторяли

процедуру отмывки для удаления несвязанного конъюгата. Реакцию проявляли с помощью субстрата фермента – ортофенилендиамина (Sigma-Aldrich, США). Спустя 3–5 мин в лунки добавляли равное количество 2 М серной кислоты. Оптическую плотность (ОП) реакционной жидкости определяли при длине волны 492 нм с использованием планшетного ридера (Bio-Rad 680, США). Реакцию считали положительной, если показатель ОП исследуемой сыворотки (ОПис) в разведении 1:200 в два и более раз превышал среднее значение ОП контрольных сывороток (ОПкс) в этом же разведении.

Статистическая обработка цифровых данных выполнена с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1 показаны результаты серологических исследований коров из свежего очага бруцеллезной инфекции в н-ИФА.

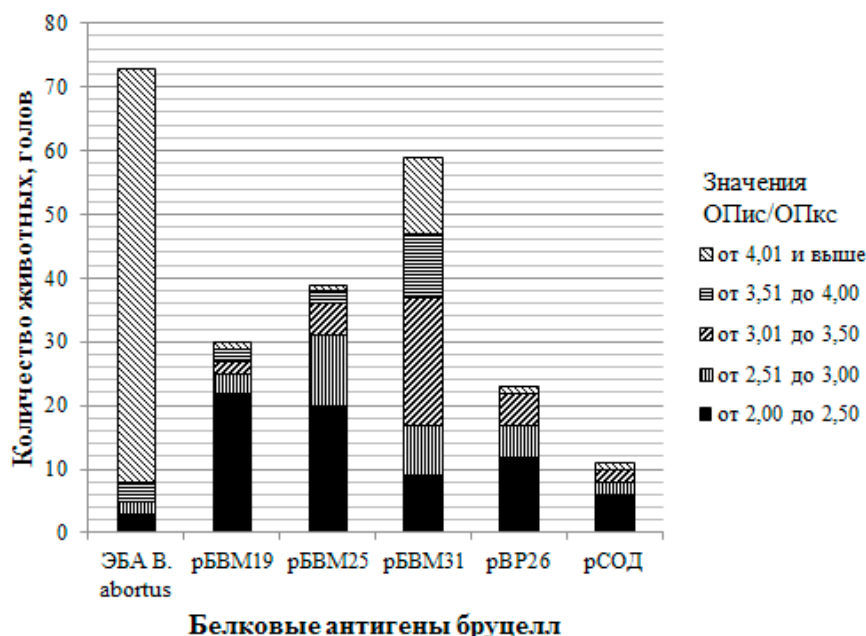


Рис. 1. Антигенность белковых препаратов в н-ИФА при исследовании сывороток крови серопозитивных коров (n=77) из свежего очага бруцеллеза
Antigenicity of protein specimens in ELISA test when exploring the blood serum of antibody-positive cows (n=77) from the epicenter of brucellosis

Данные рис. 1 демонстрируют различную антигенность белков в н-ИФА по отношению к сывороткам крови коров, положительно ре-

агирующих на бруцеллез в РА и/или РБП. Так, ЭБА *B. abortus* показал максимальную антигенность, обнаружив противобруцеллезные

антитела у 73 (94,8%) голов. Рекомбинантные белки – рБВМ19, рБВМ25 и рБВМ31 распознавались антителами лишь у 30 (39%), 39 (50,6%) и 59 (76,6%) голов соответственно.

Следует отметить, что периплазматические белки патогена: рВР26 и рСОД – оказались менее антигенными, чем внешнемембранные, детектируя наличие специфичных антител только у 23 (29,9%), и 11 (14,3%) коров соответственно. Эти различия, видимо, связаны с различной локализацией использованных белков в клетке бруцелл. Если рБВМ19, рБВМ25 и рБВМ31 являются поверхностными белками, то рВР26 и рСОД – периплазматическими, локализованными между пептидогликаном и внутренней мембраной клеточной стенки бруцелл, и поэтому менее доступными для иммунной системы, чем внешнемембранные компоненты. Поэтому у крупного рогатого скота, находящегося в свежем очаге инфекции, иммунный ответ в первую очередь развивается на белки внешней мембраны. Иммунный ответ на

«глубинные» белки развивается позже, когда возбудители болезни начинают усиленно вырабатывать СОД с целью детоксикации супероксидных радикалов, генерируемых противомикробным иммунным ответом хозяина. Мы склонны считать, что антителообразование против периплазматических белков запаздывает по сравнению с реакцией организма на белки, расположенные на внешней мембране.

Корреляционный анализ результатов различных вариантов н-ИФА показал, что между антигенностью использованных белковых препаратов не наблюдается существенной корреляционной зависимости. Умеренная корреляционная связь отмечена между результатами ИФА/рБВМ25 и его вариантами на основе рБВМ19 ($r=0,45$), рБВМ31 ($r=0,43$), рСОД ($r=0,40$) и рВР26 ($r=0,35$).

Результаты изучения антигенности белковых препаратов бруцелл в н-ИФА на сыворотках крови коров благополучного по бруцеллезу хозяйства показаны на рис.2.

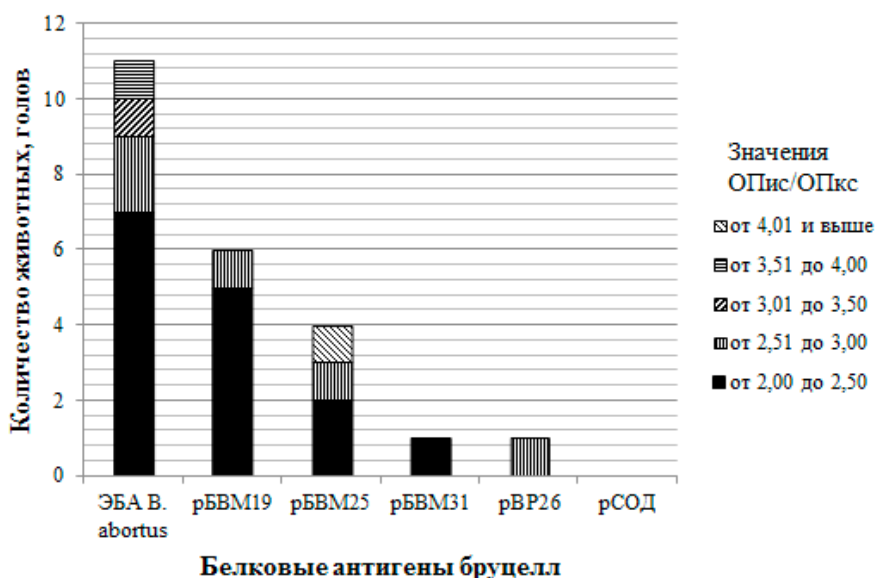


Рис. 2. Серологические показатели коров (n=48) благополучного по бруцеллезу хозяйства в н-ИФА
Serologic parameters of cows (n=48) from Brucellosis free farm by ELISA test

Среди исследованных животных 11 голов были вакцинированы за 6 месяцев, а остальное поголовье – за 11 месяцев до серологических исследований в н-ИФА. Все животные, иммунизированные за 6 месяцев до исследования, за исключением одной головы (№ 144),

показали положительные результаты по РБП (90,9%), тогда как среди 37 голов, иммунизированных за 11 месяцев до исследования, только 10 голов (27,0%) были серопозитивными по данной пробе.

Из рис. 2 видно, что антитела к ЭБА *B. abortus* были найдены у 11 голов крупного рогатого скота (22,9%). Результаты н-ИФА/ЭБА *B. abortus* и РБП совпали у 6 голов из 20, положительных по данной пробе (30,0%). Среди них 4 головы были вакцинированы за 11 месяцев и 2 за 6 месяцев до исследования в н-ИФА. Антитела к рБВМ19 и рБВМ25 были обнаружены в сыворотке крови у 6 (12,5%) и 4 голов (8,3%) соответственно. В двух случаях н-ИФА/рБВМ19 подтвердил результаты н-ИФА/ЭБА *B. abortus* и лишь в одном случае установлено совпадение показаний ИФА/рБВМ25 и н-ИФА/ЭБА *B. abortus*. Кроме того, у одной головы (2,1%) детектированы антитела к рБВМ31, а у другой (2,1%) – к рВР26. Причем у этих животных установлена положительная реакция и по н-ИФА/рБВМ25.

Таким образом, наши исследования показывают, что антитела к белковым компонентам могут вырабатываться и у вакцинированных животных. Эти данные не согласуются с результатами других исследователей, полученными на мышах. Так, на мышинной модели была описана возможность дифференциации инфицированных от вакцинированных индивидуумов с помощью н-ИФА на основе обнаружения антител против рБВМ у мышей, зараженных *B. melitensis* Rev-1 [15].

Обращает на себя внимание тот факт, что животные благополучной по бруцеллезу фермы не имели анти-СОД антител, что, на наш взгляд, является доказательством отсутствия инфекции. Интересно отметить, что если в группе крупного рогатого скота из свежего очага бруцеллеза антигенность рекомбинант-

ных белков (по количеству выявляемых животных) возрастала по мере увеличения их молекулярной массы: рБВМ19 – 39, рБВМ25 – 50,6 и рБВМ31 – 76,6%, то в группе вакцинированных животных благополучного стада наблюдалось обратное явление: 12,5; 8,3 и 2,1% соответственно.

Как и следовало ожидать, белковые препараты бруцелл более интенсивно связывались с антителами сывороток крови коров из свежего очага бруцеллезной инфекции. Об интенсивности связывания белков с антителами судили по показателям кратности превышения ОПс над средним значением ОПкс (табл. 1).

Из табл. 1 следует, что антигенность белковых препаратов бруцелл была более выраженной при тестировании сывороток крови крупного рогатого скота из свежего очага инфекции, нежели из благополучного хозяйства. Например, если у благополучного стада значение ОПс/ОПкс в н-ИФА/ЭБА *B. abortus* было равно $1,55 \pm 0,68$, то у животных из свежего очага инфекции данный показатель достиг $6,63 \pm 0,23$ ($P \leq 0,001$). Существенные различия между двумя группами животных были отмечены и по интенсивности связывания противобруцеллезных антител с рекомбинантными белками: рСОД ($P \leq 0,05$), рБВМ31 и рВР26 ($P \leq 0,01$), рБВМ25 и рБВМ19 ($P \leq 0,05$).

Антигенность ЭБА другого вида бруцелл – *B. melitensis* и рекомбинантных белков изучалась на образцах сывороток крови овец в количестве 100 гол., положительно реагирующих на бруцеллез в РА, РСК и/или РБП.

Для определения ОПкс в н-ИФА на основе рБВМ19, рБВМ25, рБВМ31, рВР26, рСОД

Таблица 1

Интенсивность связывания белковых антигенов бруцелл с антителами сывороток крови крупного рогатого скота в зависимости от эпизоотического состояния стада, ОПс/ОПкс
Binding rate of Brucella protein antigens with the serum antibodies of the cattle in relation to epizootic situation in the herd, ODts/ODcs

Эпизоотическое состояние стада	Белковые антигены бруцелл, использованные в н-ИФА					
	ЭБА <i>B. abortus</i>	рБВМ19	рБВМ25	рБВМ31	рВР26	рСОД
Благополучное по бруцеллезу (n=48)	$1,55 \pm 0,68$	$1,66 \pm 0,05$	$1,35 \pm 0,67$	$1,16 \pm 0,36$	$1,07 \pm 0,25$	$0,91 \pm 0,32$
Свежий очаг бруцеллеза (n=77)	$6,63 \pm 0,23^{***}$	$2,56 \pm 0,13^*$	$2,55 \pm 0,08^*$	$3,50 \pm 0,12^{**}$	$2,66 \pm 0,17^{**}$	$3,50 \pm 0,12^*$

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

и/или ЭБА *B. melitensis* были использованы негативные сыворотки крови 8 овец, представленные НРЦВ КВКН. Среднее значение ОПкс находилось в пределах $0,142 \pm 0,010$; $0,300 \pm 0,026$; $0,346 \pm 0,029$; $0,233 \pm 0,032$; $0,306 \pm 0,027$; $0,129 \pm 0,005$ соответственно при разведении 1:200, а предельно минимальное (пограничное) положительное значение ОПкс было определено на уровне $0,284$; $0,600$; $0,692$; $0,466$; $0,612$; $0,258$, что в два раза выше среднего ОПкс.

Результаты н-ИФА, полученные при исследовании овец, реагирующих на бруцеллез по показаниям традиционных серологических реакций и коммерческого ИФА-набора (ID Vet, Франция), обобщены в табл. 2.

Как показали результаты исследований, н-ИФА/ЭБА *B. melitensis* подтвердил положительные показания традиционных серологических реакций и коммерческого ИФА-теста у 69 голов, тогда как ни в одном случае не были обнаружены антитела, связывающиеся с рекомбинантными белками внешней мембраны и/или периплазматическими антигенами. По всей вероятности, белки клеток *B. melitensis* вызывают развитие не гуморального, а клеточного иммунитета. Кроме того, эти антитела могут иметь вакцинное происхождение и поэтому в большей мере быть направленными против ЛПС-компонента бруцелл.

Отрицательные результаты н-ИФА на основе рекомбинантных белков бруцелл при исследовании сывороток крови отдельных коров и овец, положительно реагирующих на бруцеллез в РА РСК и/или РБП, на наш взгляд, подтверждают возможность получения ложноположительных реакций при использовании единого бруцеллезного антигена, состоящего

из типичных бруцелл гладких форм. Как известно, S-ЛПС бруцелл в антигенном отношении весьма сходны с таковыми других грамотрицательных бактерий, что может быть причиной получения ложноположительных результатов при использовании традиционных серологических тестов [3]. ЭБА бруцелл, полученный нами по методике L. Tabatabai и D. Deyoe [12], хотя и считается белковым препаратом, также не лишен полисахаридного компонента клеточной стенки. Поэтому мы предполагаем, что более объективной диагностики бруцеллеза можно достичь при использовании в ИФА рекомбинантных белков патогена. Тем не менее, основываясь на результатах исследований сывороток крови серопозитивных овец, можно предположить, что ЭБА *B. melitensis* более специфичен, чем ЛПС коммерческого ИФА-набора ID Vet (Франция), поскольку н-ИФА не подтвердил наличие специфических антител в сыворотке крови у 31 % овец.

Рекомбинантные белки не всегда одновременно связывались с антителами одного и того же серопозитивного крупного рогатого скота. Кроме того, среди них не было отдельно взятого белка, который ни в одном случае не уступал бы другим белкам по своей антигенности. Следовательно, хотя использование отдельных рБВМ и придает специфичность н-ИФА, но снижает его чувствительность при серологических исследованиях животных на бруцеллез. В этой связи для повышения чувствительности иммуноанализа следует использовать не один отдельно взятый белок, а комбинацию из нескольких рекомбинантных белков. Таким образом, полученные результаты указывают на необходимость продолжения исследований по определению диагностической ценности им-

Таблица 2

Антигенность белков бруцелл в н-ИФА при исследовании сывороток крови серопозитивных овец (n=100)
Antigenicity of *Brucella* proteins in ELISA test when exploring the blood serum of antibody-positive sheep (n=100)

Показатель	Виды белковых препаратов бруцелл, использованных в н-ИФА					
	ЭБА <i>B. melitensis</i>	рБВМ19	рБВМ25	рБВМ31	рВР26	рСОД
Количество овец с положительными результатами в н-ИФА	69	0	0	0	0	0
Средние значения ОП реакционной жидкости 100 голов	$0,320 \pm 0,013^*$	$0,172 \pm 0,006$	$0,293 \pm 0,007$	$0,265 \pm 0,009$	$0,207 \pm 0,008$	$0,336 \pm 0,011$

* Среднее значение ОП у 69 голов с положительными результатами в н-ИФА составило $0,396 \pm 0,008$.

муноферментных диагностикумов на основе рекомбинантных белков бруцелл.

ВЫВОДЫ

1. Среди использованных белковых препаратов бруцелл наиболее антигенным в н-ИФА оказался ЭБА *B. abortus* и/или *B. melitensis*, обнаруживая антитела у 94,8% крупного рогатого скота и/или 69% овец, положительно реагирующих на бруцеллез в РА, РБП и/или РСК.

2. Антитела, специфичные к рБВМ19, рБВМ25 и рБВМ31, детектировались в образцах сывороток крови лишь у 39; 50,6 и 76,6% серопозитивных коров соответственно. Периплазматические рекомбинантные белки – рВР26 и рСОД – оказались менее антигенными, чем внешнемембранные, выявляя наличие анти-*Brucella* антител только у 29,9 и 14,3% серопозитивного крупного рогатого скота соответственно.

3. Периплазматический белок рСОД может быть использован в н-ИФА для дифференциации поствакцинальных антител от постинфекционных.

4. Белки внешней мембраны и/или периплазматические белки бруцелл в н-ИФА не распознавались антителами овец, положительно реагирующих на бруцеллез по показаниям традиционных серологических реакций.

5. Отрицательные результаты н-ИФА при исследовании сывороток крови животных с положительными показаниями РА, РСК и/или РБП свидетельствуют о низкой специфичности единого бруцеллезного антигена, используемого в традиционных серологических реакциях.

6. Объективная оценка потенциала рекомбинантных белков в диагностике бруцеллеза может быть дана на основе результатов экспериментального заражения лабораторных и/или сельскохозяйственных животных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pappas G. Brucellosis in the world today [Электрон. ресурс] // HCDCP E-bulletin. – Режим доступа: <http://www2.keelpno.gr/blog/?p=2033>.
2. Диагностическая ценность РИД с разными О-ПС антигенами при бруцеллезе крупного рогатого скота / П.К. Аракелян, Г.В. Разницына, Т.А. Янченко [и др.] // Ветеринария. – 2016. – № 7. – С. 25–30.
3. Humoral immune response against lipopolysaccharide and cytoplasmic proteins of *Brucella abortus* in cattle vaccinated with *B. abortus* S19 or experimentally infected with *Yersinia enterocolitica* serotype O:9 / P.C. Baldi, G.H. Giambartolomei, F.A. Goldbaum [et al.] // Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology. – 1996. – Vol. 3. – P. 472–476.
4. Мониторинг и анализ эпизоотической ситуации по бруцеллезу крупного рогатого скота в Республике Казахстан за 2007–2015 годы / А.Е. Ешмухаметов, К.К. Бейсембаев, Ж.С. Асауова [и др.] // Вестн. Костанай. гос. ун-та им. А. Байтурсунова. – 2016. – № 2. – С. 36–41.
5. Immunogenic proteins of *Brucella abortus* to minimize cross reactions in brucellosis diagnosis / K. Y. Ko, J. W. Kim, M. Her [et al.] // Veterinary Microbiology. – 2012. – Vol. 156. – P. 374–380.
6. Cloning, Expression and Characterisation of Recombinant Outer Membrane Protein 16 from *Brucella* spp. / G. Kaur, R. Verna, B.V.S. Kumar [et al.] // Proc. Natl. Acad. – 2015. – Vol. 85. – P. 853–858.
7. Mohammadi E., Golchin M. Detection of *Brucella abortus* by immunofluorescence assay using anti outer membrane protein of 19 kDa antibody // Adv Clin Exp Med. – 2018. – Vol. 27. – P. 643–648.
8. Nucleotide sequence and expression of the gene encoding the major 25-kilodalton outer membrane protein of *Brucella ovis*: Evidence for antigenic shift, compared with other *Brucella* species, due to a deletion in the gene / A. Cloeckert, J.M. Verger, M. Grayon [et al.] // Infect. Immun. – 1996. – Vol. 64. – P. 2047–2055.
9. Effective use of recombinant *Brucella ovis* Omp31 antigen to detect cattle serum antibodies by the ELISA indirect test / M.C. Navarro-Soto, R. Gomez-Flores, A. Morales- Loreda [et al.] // Proceedings of Biotechnology Summit. – Mexico, 2014. – P.139–143.

10. *Expression, purification and immunochemical characterization of recombinant OMP28 protein of Brucella species* / Y. Manat, A. V. Shustov, E. Evtekhova, S. Z. Eskendirova // *Open Veterinary Journal*. – 2016. – Vol. 6. – P. 71–77.
11. *Structural, Functional, and Immunogenic Insights on Cu, Zn Superoxide Dismutase Pathogenic Virulence Factors from Neisseria meningitidis and Brucella abortus* / A. J. Pratt, M. DiDonato, D. S. Shin [et al.] // *J. Bacteriol.* – 2015. – Vol. 197, № 24. – P. 3834–3847.
12. *Tabatabai L. B., Deyoe D. L. Biochemical and biological properties of soluble protein preparations from Brucella abortus* // *Developments in biological standardization*. – 1984. – Vol. 56. – P. 199–211.
13. *Получение штамма продуцента рекомбинантного BBM19 Brucella abortus и изучение его антигенности* / А.К. Булашев, К.Т. Турсунов, Ж.К. Каирова [и др.] // *Вестн. КазАТУ им. С. Сейфуллина*. – 2018. – № 3. – С. 117–127.
14. *Пат. № 30873 РК, МПК C12N 15/52, C12N1/21 Рекомбинантный штамм Escherichia coli BL21 (DE3) /pET22/SOD, продуцирующий Cu/Zn-зависимую супероксиддисмутазу* / С.З. Ескендинова, А.В. Шустов, Е.Б. Евтыхова, Е. Манат; заявитель и патентообладатель Национальный центр по биотехнологии РК. – № 2014/1335.1; заявл. 17.10.2014; опубл. 25.12. 2015, Бюл. № 12. – 5 с.
15. *Serological diagnostic potential of recombinant outer membrane proteins (rOMPs) from Brucella melitensis in mouse model using indirect enzyme-linked immunosorbent assay* / I. Ahmed, S. Khairani-Bejo, L. Hassan [et al.] // *BMC Vet. Res.* – 2015. – Vol. 11:275. – DOI: 10.1186/s12917-015-0587-2.

REFERENCES

1. Pappas G., *HCDCEP E-bulletin*, available at: <http://www2.keelpno.gr/blog/?p=2033>
2. Arakelyan P.K., Raznitsina G.V., Yanchenko T.A., Bondarev Ye.G., Dimova A.S., Dimov S.K., Chekichev V.M., Vorob'yev V.I. *Veterinariya*, 2016, No. 7, pp.25–30. (In Russ.)
3. Baldi P.C., Giambartolomei G.H., Goldbaum F.A., Abdón L.F., Velikovskiy C.A., Kittelberger R., Fossati C.A. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 1996. Vol. 3, pp.472–476.
4. Eshmuhametov A.E., Bejsembaev K.K., Asauova Zh.S., Sultanova A.O. *Vestnik Kostanajskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. Bajtursunova*, 2016, No. 2, pp.36–41. (In Russ.)
5. Ko K.Y., Kim J.W., Her M., Kang S.I., Jung S.C., Cho D.H., Kim J.Y., *Veterinary Microbiology*, 2012, Vol. 156, pp.374–380.
6. Kaur G., Verna R., Kumar B.V.S., Deka D., Arawall R.K. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015. Vol.85, pp.853–858.
7. Mohammadi E., Golchin M. *Adv Clin Exp Med.*, 2018, Vol. 27, pp.643–648.
8. Cloeckert A., Verger J.M., Grayon M., Zygmunt M.S., Grépinet O. *Infect. Immun.*, 1996, Vol.64. pp. 2047–2055.
9. Navarro-Soto M.C., Gomez-Flores R., Morales- Loreda A., Ramírez-Pfeiffer C., Tamez-Guerra P., Álvarez-Ojeda G., *Biotechnology Summit*, Proceedings of the Conference, 8–10 Oct., 2014, Mexico, pp.139–143.
10. Manat Y., Shustov A. V., Evtekhova E., Eskendirova S. Z. *Open Veterinary Journal*, 2016, Vol. 6, pp. 71–77.
11. Pratt A. J., DiDonato M., Shin D. S., Cabelli D. E., Bruns C. K., Belzer C. A., Gorringer A. R., Langford P. R., Tabatabai L. B., Kroll J. S., Tainer J. A., Getzoff E. D. *Bacteriol.*, 2015, Vol. 197, pp.3834–3847.
12. Tabatabai L. B., Deyoe D. L. *Developments in biological standardization*, Vol. 56, pp.199–211.
13. Bulashev A. K., Tursunov K. T., Kairova Zh.K. *Vestnik KazATU im. S. Seifullina*, 2018, No. 3, pp. 117–127. (In Russ.)
14. Eskendirova S. Z., Shustov A. V., Evtyhova E. B., Manat E., *Patent RK № 30873.*, 2014, byul. No. 12, 5 p. (In Russ.)
15. Ahmed I. M., Khairani-Bejo S., Hassan L., Bahaman A. R., Omar A. R., *BMC Vet. Res.*, 2015, Vol. 11: 275. DOI 10.1186/s12917-015-0587-2.

**МОНИТОРИНГ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ
ПЛЕМЕННОГО СВИНОВОДСТВА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

¹В.Н. Дементьев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

²В.А. Бекенёв, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹В.В. Гарт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

¹В.Г. Маренков, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

¹А.Г. Незавитин, доктор биологических наук, профессор

¹Новосибирский государственный аграрный
университет. Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий РАН
E-mail: dviknik@gmail.ru

Ключевые слова: Западная Сибирь, племенное свиноводство, информационные технологии, информационные ресурсы, племенная ценность, хозяйственно полезные признаки, база данных, многомерный статистический анализ, прогностические уравнения, селекционный индекс

Реферат. *Излагаются обобщённые результаты дополнительного привлечения к мониторингу информационных ресурсов многомерного статистического анализа по материалам исследований, осуществлённых авторами. По крупной белой породе свиней, с учётом полученных достоверных значений коэффициентов корреляции, построены уравнения множественной регрессии для начального прогноза некоторых пожизненных показателей свиноматок на основании развития в начале использования животных. Полученные значения фенотипических корреляций свидетельствуют о возможности использования показателей молочности и числа голов в гнезде при отъёме для прогнозирования массы гнезда поросят в возрасте 2 месяцев в пределах соответствующих (1, 3, 6-й) опоросов свиноматок. На основании результатов использования уравнений регрессии отмечено, что по нескольким показателям одного любого опороса можно с большей надёжностью судить о результатах следующего опороса или пожизненной продуктивности группы животных. Установлено, что коэффициент наследуемости селекционного индекса, вычисленный методом дисперсионного анализа полусибсов по отцам, составил $0,41 \pm 0,04$ ($P < 0,001$). Это подтверждает возможность комплексного совершенствования стада по репродуктивным свойствам свиноматок с использованием индекса, о чём свидетельствуют результаты ранжирования показателей изучаемых признаков после моделирования 50 %-го отбора. Аналогичное моделирование отбора результатов оценки откормочных и мясных качеств молодняка кемеровской породы позволило установить тенденцию, общую как для репродуктивных качеств свиноматок, так и показателей контрольного откорма. При отборе по одному отдельно взятому признаку получены самые высокие (низкие) результаты в сравнении с анализируемыми признаками, не подвергшимися селекции. Но по комплексу признаков преимущество имела индексная селекция.*

**MONITORING AND IMPLEMENTATION OF INFORMATION RESOURCES
IN PEDIGREE PIG BREEDING IN WESTERN SIBERIA**

¹ Dementiev V.N., Doctor of Agricultural Sc., Professor

² Bekenev V.A., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Gart V.V., Doctor of Agricultural Sc., Professor

¹ Marenkov V.G., Candidate of Agriculture, Associate Professor

¹ Nezavitin A.G., Doctor of Biological Sc., Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University Novosibirsk, Russia

²Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies RAS

Key words: Western Siberia, pedigree pig breeding, information technologies, information resources, pedigree value, economic valuable parameters, databases, multivariate statistical analysis, prognostic equation, selection index.

Abstract. The paper summarizes the results of additional information resources of multidimensional statistical analysis resources on the basis of research carried out by the authors. For the large white breed the authors made the equations of multiple regression for the initial forecast of some lifetime parameters of sows, taking into account the obtained reliable values of correlation coefficients on the basis of development at the beginning of animal application. The obtained parameters of phenotypic correlations highlight the possibility of using dairy capacity and number of cows in the herd when weaning to predict the weight of the piglets' nest aged 2 months within the limits of the corresponding (1, 3, 6) sows' farrows. The results of using regression equation show that the next farrowing or lifetime productivity of a group of pigs can be estimated by means of several indicators of any farrowing. The article outlines that selection index inheritance coefficient calculated by the method of dispersion analysis of half-sibs according to male (fathers) was 0.41 ± 0.04 ($P < 0.001$). This confirms complex improvement of the reproductive properties of herd sows by means of the index. This is proved by the results of ranking the parameters of the investigated features after modeling of 50% of the selection. Similar modeling of dealing with the results related to assessment of fattening and meat qualities of young Kemerovo breed outlines a tendency, which is common for both reproductive qualities of sows and parameters of control fattening. When selecting according to one single feature, the authors observed the highest (lowest) parameters in comparison with the analyzed characteristics that were not subject to selection. However, the index selection prevailed in terms of the set of features.

Состояние и реализация ресурсов племенного свиноводства Западной Сибири определяются постоянным совершенствованием пород, созданных или импортированных для чистопородного разведения, промышленного скрещивания и гибридизации в специфических экологических условиях [1, 2]. С этой целью выполняются научные исследования и внедрение разработок, включающих привлечение современных методов информационных технологий (ИТ) ведения отрасли на основе реализации информационных ресурсов (ИР) [3, 4].

В племенном свиноводстве региона за многие годы накоплен громадный объем информации. Но в первозданном виде полученные сведения лишь в незначительной степени могут быть представлены как ИР, поскольку для их реализации традиционными методами, без привлечения компьютерной техники и соответствующего программного обеспечения,

требуется непомерно большие материальные и физические затраты [5].

С формированием компьютерных баз данных положение существенно меняется. Становится возможным решение важной и сложной задачи: извлечь максимум информации за всю историю разведения какой-либо породы и превратить её (информацию) в активно функционирующий ресурс [5].

В результате происходит более полная и всеобъемлющая интеграция «живых» знаний (характеризующих уровень квалификации зоотехников-селекционеров), овеществленных знаний (достигнутых результатов селекции) и непосредственно информации (сведений, определяющих пути дальнейшей селекции стада через целенаправленные вырашивание, отбор, подбор в соответствии с планом селекционно-племенной работы).

Причём прогресс отрасли на основе ИР достигается воздействием материальных сил: энергетических, трудовых и многих других

«вещественных» факторов. В свою очередь, сила ИР проявляется в том, что они переводят материальные факторы в активное состояние за счет выявления скрытых и образования новых резервов и вводят эти факторы в нужное русло, определяемое требованиями развития племенного свиноводства [6, 7].

Так, установление истинной племенной ценности всех используемых производителей по возможно большому числу различных источников информации за счет использования ИР, заключенных в крупных массивах данных, обеспечивает существенную интенсификацию селекционного процесса со всеми вытекающими последствиями [7].

Следует подчеркнуть, что ИР, в отличие от других видов ресурсов (например, запаса кормов), практически неисчерпаемы. По мере совершенствования породных и продуктивных качеств животных и роста потребления знаний для этой цели запасы ИР не убывают, а растут [3].

Цель исследований – изучить отдельные информационные ресурсы ряда хозяйств региона, с построением прогностических уравнений и селекционных индексов, для решения последующих задач совершенствования породных и продуктивных качеств разводимого поголовья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами проведённых исследований были чистопородные хряки, свиноматки, ремонтный и выращиваемый в молочный период молодняк крупной белой (4 хозяйства) и кемеровской (2 хозяйства) пород. Проанализированы данные свиноводческих предприятий Новосибирской и Кемеровской областей. Осуществлены спаривания животных, предусмотренные схемами опытов. По породам, в рамках исследования отдельных изучаемых племенных ресурсов, обработаны материалы первичного зоотехнического учёта о развитии ремонтного молодняка, продуктивности хряков и свиноматок, сводных ведомостей результатов бонитировки сви-

ней, данные контрольного откорма животных а также привлечены сведения, опубликованные в Государственной книге племенных животных [7].

Характеристика потенциальных возможностей и хозяйственно полезных свойств пород свиней региона в частности отображена в публикациях [1, 2, 8, 9].

В данном сообщении излагаются обобщённые результаты дополнительного привлечения к мониторингу ИР многомерного статистического анализа для интерпретации и практического использования полученных научных и зооинженерных данных по материалам исследований, осуществлённых авторами [6, 9-12]. Для анализа отдельных ресурсов племенного свиноводства региона проведён ряд исследований с получением общезоотехнических, биологических и биохимических показателей.

С целью исследования селекционно-генетической ситуации в стадах, а затем, в качестве реализации результатов проведённого мониторинга, для построения прогностических уравнений и селекционных индексов при помощи специализированных СУБД сформированы компьютерные базы данных (БД) показателей животных, включённых в обработку.

Всего проанализированы показатели 15533 свиноматок, 1268 хряков и части их потомства (1327 гол.), включающего молодняк для ремонта стада, контрольного выращивания и контрольного откорма.

С использованием БД и на основе обобщения существующих алгоритмов [5], составлен собственный пакет программ компьютерного анализа [10], применённый в мониторинге. В том числе разработаны модули, включающие объединение ранее обработанных разрозненных данных, для вычисления совокупного значения изменчивости; сводного коэффициента корреляции; формирования и анализа однофакторных дисперсионных комплексов с привлечением уже имеющихся параметров градаций, полученных ранее для других целей.

Построение уравнений множественной регрессии выполнили в системе Statistica 6.0 фирмы StatSoft. Селекционные индексы формировали в электронной таблице Office Excel 2003 фирмы Microsoft. Оценку нормальности распределения анализируемых выборок общих и полученных по результатам оценки производителей выполнили в Statistica 6.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Воспроизводительные качества исследуемого поголовья. По крупной белой породе, с учётом полученных достоверных значений коэффициентов корреляции, построены уравнения множественной регрессии для начального прогноза некоторых пожизненных показателей свиноматок на основании данных начала их использования.

Так, для определения молочности за период использования свиноматок, кг (МЛ), по показателям первой случки – возраста, сут (ВС) и живой массы, кг (ЖС), рассчитано уравнение:

$$МЛ = 45,7 + 0,08 \times ВС - 0,10 \times ЖС.$$

Коэффициент детерминации уравнения (КД) = 0,97.

Живая масса 1 головы в возрасте 2 месяцев (М2):

$$М2 = 22,71 - 0,001 \times ВС - 0,014 \times ЖС; КД=0,99.$$

Количество поросят, выбракованных к 4 месяцам (ВП) с учётом действия указанных факторов и числа поросят в гнезде по достижении возраста 2 месяцев (Г2):

$$ВП = 2,21 - 0,0035 \times ВС - 0,0014 \times ЖС + 0,211 \times Г2; КД=0,98.$$

Уравнения могут быть использованы для начальной ориентировки в случае выбора варианта соотношения возраста и живой массы при первой случке свиноматок.

Установленные достоверные фенотипические корреляции свидетельствуют о возможности использования показателей молочности и числа голов в гнезде при отъёме для прогнозирования массы гнезда поросят в возрасте 2 месяцев в пределах соответствующих (1, 3, 6-й) опоросов свиноматок. Такой

прогноз при необходимости может быть применён в случае затруднений взвешивания гнёзд поросят в 2 месяца (при промышленной технологии). Ниже приведены вычисленные уравнения прямолинейной регрессии по породам для рассматриваемых опоросов.

Крупная белая порода.

$$1. ГН2 = -39,42 + 1,00 \times МОЛ + 16,60 \times ГО2 \quad КД = 0,77$$

$$3. ГН2 = -29,11 + 0,52 \times МОЛ + 16,99 \times ГО2 \quad КД = 0,86$$

$$6. ГН2 = -4,87 + 1,85 \times МОЛ + 9,25 \times ГО2 \quad КД = 0,80$$

Кемеровская порода.

$$1. ГН2 = -16,75 + 1,44 \times МОЛ + 9,33 \times ГО2 \quad КД = 0,93$$

$$3. ГН2 = -3,98 + 1,84 \times МОЛ + 6,20 \times ГО2 \quad КД = 0,83$$

$$6. ГН2 = -36,91 + 1,43 \times МОЛ + 14,04 \times ГО2 \quad КД = 0,75.$$

Рассматривая значения свободных членов и коэффициентов регрессии уравнений, можно заключить, что существуют породные и возрастные различия, определяющие результат оценки возможной массы гнезда при отъёме по молочности свиноматок и количеству выращиваемых поросят. Следовательно, прогностические уравнения в определённой степени имеют информационное значение для каждого конкретного случая.

На основании результатов изучения повторяемости репродуктивных качеств свиноматок отмечено, что прогноз будущих показателей отдельного опороса по единичным или средним данным предыдущих помётов свиноматок малоэффективен. Но по нескольким показателям одного любого опороса можно с большой надёжностью судить о результатах следующего опороса или пожизненной продуктивности группы животных.

Полученные уравнения множественной регрессии приведены ниже. Подстрочный индекс указывает номер опороса, символ (*) – знак умножения.

$$МНП_2 = 8,9 + 0,082 \cdot МНП_1 - 0,001 \cdot МОЛ_1 + 0,032 \cdot ГО2_1 + 0,004 \cdot ГН2_1$$

$$МОЛ_2 = 44,4 - 0,281 \cdot МНП_1 + 0,213 \cdot МОЛ_1 - 0,032 \cdot ГО2_1 + 0,014 \cdot ГН2_1$$

$$ГО2_2 = 6,9 + 0,067 \cdot МНП_1 + 0,100 \cdot МОЛ_1 + 0,131 \cdot ГО2_1 + 0,001 \cdot ГН2_1$$

$$ГН2_2 = 132,2 + 0,127 \cdot МНП_1 + 0,341 \cdot МОЛ_1 + 2,857 \cdot ГО2_1 + 0,006 \cdot ГН2_1$$

$$СХР_2 = 78,0 + 0,109 \cdot МОЛ_1 + 0,589 \cdot ГО2_1 - 0,016 \cdot ГН2_1$$

Здесь МНП, МОЛ, ГО2, ГН2, СХР соответственно многоплодие, гол.; молочность – живая масса гнезда в возрасте поросят 21 сут, кг; количество голов в гнезде в 2 месяца; живая масса гнезда поросят в возрасте 2 месяцев, кг; сохранность к отъёму, %.

В приведённых уравнениях прямолинейной регрессии коэффициенты детерминации превышают 0,9, а остаточные суммы квадратов (не приводятся) были несколько меньше, чем вычисленные для соответствующих уравнений параболы первого порядка. Поэтому полученные уравнения множественной регрессии, при наличии ПЭВМ, могут быть использованы для сравнительно более точного прогноза отдельных показателей продуктивности второго по ряду признаков первого опороса в контролируемых условиях среды обитания животных.

Индексная селекция. Репродуктивные качества свиноматок достаточно полно характеризуются одним показателем – массой гнезда поросят в возрасте 2 месяцев. Вместе с этим каждый из признаков, используемых для оценки продуктивности свиноматок, является производным от предыдущего и несёт некоторую долю общей информации, определяющей материнские и племенные свойства этих животных. Так, величина многоплодия отражает действие комплекса факторов, в том числе условий эмбрионального развития приплода. Молочность свиноматок связана с взаимодействием физиологических особен-

ностей матерей по продуцированию молока и способностью потомства «разработать» материнские молочные железы. Численность в гнезде и живая масса поросят при отъёме от матерей отражают сложное взаимодействие материнских качеств свиноматок и условий выращивания молодняка. В частности, особое значение имеет реакция приплода свиноматок на благоприятные (неблагоприятные) условия кормления и содержания. Использование этих признаков в селекционном индексе позволит более чётко проявить их роль в формировании общей оценки свиноматок.

По крупной белой породе селекционный индекс (ИНД) оценки репродуктивных качеств полновозрастных свиноматок имел следующий вид:

$$\text{ИНД} = 23,9 (x_1 - 11,3) + 6,7 (x_2 - 54,5) + 20,1 (x_3 - 9,8) + 1,6 (x_4 - 190,5) + 15,3 (x_5 - 19,4)$$

Здесь $x_1 \dots x_5$ соответственно многоплодие, гол.; молочность, кг; к отъёму в возрасте 2 месяцев: количество голов в гнезде; масса гнезда, кг; средняя живая масса 1 головы, кг.

Установлено, что коэффициент наследуемости индекса, вычисленный методом дисперсионного анализа полусибсов по отцам, составил $0,41 \pm 0,04$ ($P < 0,001$). Это подтверждает возможность комплексного совершенствования стада по репродуктивным свойствам свиноматок по селекционному индексу, о чём свидетельствует ранжирование результатов отбора (табл. 1).

Таблица 1

Результаты 50 %-го отбора по отдельному признаку и селекционному индексу (первый опорос, крупная белая порода)

Results of 50% selection according to one-single parameter and selection index (first farrow, large white breed)

Признак отбора	Показатели в отобранной группе по признакам					Сумма рангов
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	
X_1	11,8±0,07	57,2±0,7	10,0±0,11	180±3,2	18,0±0,23	18
X_2	10,7±0,14	64,1±0,5	10,2±0,11	196±3,0	19,2±0,23	18
X_3	10,8±0,13	60,4±0,6	10,8±0,06	199±2,6	18,5±0,21	16
X_4	10,5±0,08	61,2±0,7	10,5±0,08	211±2,0	20,1±0,18	14
X_5	10,1±0,16	58,1±0,9	9,5±0,16	197±3,4	20,7±0,14	22
Индекс	10,9±0,13	61,7±0,6	10,5±0,08	205±2,1	19,6±0,19	11

Примечание. X_1 – многоплодие; X_2 – молочность (поросята в возрасте двух месяцев); X_3 – количество голов в гнезде; X_4 – масса гнезда; X_5 – средняя живая масса одной головы. Сумма рангов: улучшение от меньшего к большему показателю.

X_1 – prolificacy; X_2 – milking capacity (piglets aged 2 months); X_3 – number of pigs in the nest; X_4 – mass of the nest; X_5 – average body weight of a pig. Total rank sum: improvement from lower to higher parameter.

Откормочная и мясная продуктивность характеризуется рядом признаков, находящихся в различной фенотипической и генотипической взаимосвязи. Некоторые важные экономические признаки имеют отрицательную корреляцию, что снижает эффективность отбора. Так, селекция на повышение скорости роста в среднем приводит к увеличению промера толщины шпика у животных.

Также установлено, что в стадах существуют производители, потомство которых имеет нулевые или даже отрицательные показатели связи «конкурирующих» признаков. Поэтому селекционный индекс, очевидно, можно построить с обеспечением улучшающего отбора по всем оцениваемым признакам. Кроме того, из литературных данных и результатов исследований следует, что на уровень показателей откормочной и мясной продуктивности существенное влияние оказывает ряд систематических и технологических факторов. Особое значение имеет величина живой массы свиней по окончании откорма, в связи с чем построенный индекс должен использоваться для конкретного ста-

да, определенных условий и установленных технологических параметров.

В качестве иллюстрации приводится найденный селекционный индекс для кемеровской породы. Приняты следующие условные обозначения: x_1 – среднесуточный прирост за период контрольного откорма, г; x_2 – возраст достижения живой массы 100 кг, сут; x_3 – масса туши, кг; x_4 – длина туши, см; x_5 – толщина шпика над 6–7-м грудными позвонками, мм; x_6 – масса задней трети полутуши, кг; x_7 – площадь мышечного глазка, см^2 . Для различных целей использовались различные наборы признаков.

В случае использования всех признаков селекционный индекс имеет следующий вид:

$$\text{ИНД} = 0,7 (x_1 - 786) + 5,8 (179 - x_2) + 6,3 (x_3 - 64,1) + 9,9 (x_4 - 95,6) + 8,7 (31,5 - x_5) + 39,0 (x_6 - 10,5) + 12,2 (x_7 - 27,5)$$

Проведен также анализ результатов моделирования 50%-го отбора отдельно по каждому признаку и селекционному индексу.

Моделирование отбора на уровне 50% позволило установить тенденцию, общую для репродуктивных качеств свиноматок и по-

Таблица 2

Результаты 50%-го отбора по отдельному признаку и селекционному индексу (кемеровская порода)

Results of 50% selection according to one-single parameter and selection index (Kemerovo breed)

Признак	Параметр	Показатели в отобранной группе по признаку							Сумма рангов
		ССП	СКР	МТУ	ДТУ	ТШП	МЗТ	ПМГ	
ССП	X	878	169	64,9	95,9	32,7	10,7	28,7	31
	$\pm S_x$	1,5	0,2	0,12	0,06	0,11	0,02	0,6	
СКР	X	854	168	65,1	96,0	32,5	10,7	28,6	33
	$\pm S_x$	1,8	0,1	0,11	0,06	0,1	0,02	0,06	
МТУ	X	803	176	69,3	96,9	33,3	11,1	28,7	31
	$\pm S_x$	2,5	0,3	0,08	0,07	0,12	0,02	0,07	
ДТУ	X	795	177	66,1	98,2	31,3	10,8	28,7	29
	$\pm S_x$	2,2	0,3	0,11	0,04	0,11	0,02	0,06	
ТШП	X	765	182	62,4	95,7	27,6	10,3	28,4	49
	$\pm S_x$	2,0	0,3	0,10	0,06	0,06	0,02	0,06	
МЗТ	X	805	176	67,3	96,7	32,7	11,3	29,2	25
	$\pm S_x$	2,2	0,3	0,11	0,06	0,11	0,01	0,06	
ПМГ	X	805	177	64,7	96,0	31,0	10,7	30,0	35
	$\pm S_x$	1,9	0,2	0,10	0,06	0,09	0,02	0,04	
Индекс	X	855	170	66,2	96,7	31,8	10,9	29,5	21
	$\pm S_x$	1,8	0,2	0,11	0,06	0,11	0,02	0,06	

Примечание: 1. ССП – среднесуточный прирост; 2. СКР – скороспелость (возраст достижения 100 кг); МТУ – масса туши; ДТУ – длина туши; ТШП – толщина шпика над 6–7-м позвонками; МЗТ – масса задней трети полутуши; ПМГ – площадь «мышечного глазка». 2. Сумма рангов: улучшение от меньшего к большему показателю.

1. ADG – average daily gain; 2. EM – early maturation (age of 100 kilo weight); CW – carcass weight; CL – carcass length; FD – fat depth on 6-7 spinal bones; MRT – mass of the rear third of the semi-carcass; LEA – loin eye area. 2. Total rank sum: improvement from lower to higher parameter.

казателей контрольного откорма молодняка. При отборе по одному отдельно взятому признаку были получены самые высокие (низкие) результаты в сравнении с анализируемыми признаками, но не подвергшимися селекции (табл. 2).

Из приведённых данных следует, что селекционный индекс позволяет отбирать животных, в среднем лучших по комплексу признаков откормочной и мясной продуктивности. Возможно, отбор только на снижение толщины шпика является в некоторой степени фактором, определяющим относительное снижение уровня ряда хозяйственно полезных признаков.

Преобразование исходных данных в селекционный индекс показало ещё одно преимущество этого метода. Появляется возможность составления списков хряков-производителей и выполнения группировок в автоматическом режиме на персональном компьютере.

Аналогичная группировка по величине построенного селекционного индекса анализируемых 420 хряков-производителей крупной белой породы, потомство которых оценено методом контрольного откорма, показала следующее. Животных, имевших ИНД менее 0, было 176 гол; до 49 – 78; от 50 до 99 – 70; от 100 до 149 – 37; 150 и более – 59 голов. Возможно, что своевременное удаление 176 явных ухудшателей могло бы способствовать решению ряда селекционных задач. В свою очередь, хряки, отнесённые к последней группе, должны рассматриваться как производители экстра-класса по комплексу признаков откормочной и мясной продуктивности

потомства, представляющие особую селекционную ценность.

ВЫВОДЫ

1. Полученные уравнения прямолинейной регрессии могут быть использованы для начальной ориентировки в случае выбора варианта соотношения возраста и живой массы при первой случке свиноматок.

2. Установленные достоверные фенотипические корреляции свидетельствуют о возможности использования показателей молочности и числа голов в гнезде при отъёме для прогнозирования массы гнезда поросят в возрасте 2 месяцев в пределах соответствующих (1, 3, 6-й) опоросов свиноматок.

3. По нескольким показателям одного любого опороса можно с большей надёжностью судить о результатах следующего опороса или пожизненной продуктивности группы животных.

4. Выявлена возможность комплексного совершенствования стада по репродуктивным свойствам свиноматок с использованием селекционного индекса, о чём свидетельствуют результаты ранжирования по показателям признаков отбора.

5. Моделирование отбора на уровне 50% по показателям признаков отбора контрольного откорма молодняка продемонстрировало, что селекция по одному отдельно взятому признаку обеспечивала по нему достоверно самые высокие (низкие) результаты в сравнении с признаками, не подвергавшимися селекции. Селекционные индексы при улучшающем отборе обеспечивали положительный эффект по всему комплексу признаков

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Продуктивность* чистопородных и помесных свиноматок / А. Гришкова, Н. Чалова, А. Аришин, В. Гришков, В. Волков // *Животноводство России*. – 2011. – № 2. – С. 33–34.
2. *Кемеровская порода свиней* / И. И. Гудилин, В. Н. Дементьев [и др.]; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2003. – С. 387.
3. *Дементьев В.Н., Камалдинов Е.В., Гарт В.В.* Использование информационных технологий в племенном свиноводстве // *Вестн. НГАУ*, – 2012. – № 1 (22), ч. 2. – С. 50–53.
4. *Информационные технологии в селекции свиней Западной Сибири* / В.Н. Дементьев, В.А. Бекенёв, О.И. Себежко, В.Г. Маренков, А.Г. Незавитин, Н.Б. Захаров // *Аграрная наука* –

- сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана, Беларуси и Болгарии: сб. науч. докл. XX Междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск, 2017. – С. 241–244.
5. Дементьев В. Н. Информатизация племенного свиноводства Западной Сибири // Животноводство Западной Сибири и Зауралья: проблемы и решения: сб. науч. тр., посвящ. 100-летию со дня рождения А. Я. Малаховского. – Омск, 2001. – С. 194–196.
 6. Дементьев В. Н., Бекенёв В. А. Информационные технологии в племенном свиноводстве // Пути интенсификации отрасли свиноводства в странах СНГ: сб. тр. XVI Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2009. – С. 47–50.
 7. Дементьев В. Н., Куликова С. Г., Кочнев Н. Н. Воспроизводительные качества свиноматок в условиях промышленной технологии // Главный зоотехник. – 2014. – № 5. – С. 11–17.
 8. Генетические методы селекции свиней / В. А. Бекенёв, В. Н. Дементьев, Е. И. Ермолаев [и др.]. – Новосибирск, 2012. – 116 с.
 9. Дементьев В. Н., Пильников В. Г. Индексная селекция в племенном свиноводстве // Селекция, ветеринарная генетика и экология: материалы 1-й Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. О. А. Ивановой (г. Новосибирск, 21–23 нояб. 2001 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2001. – С. 15.
 10. Дементьев В. Н. Прогнозирование мясной продуктивности свиней по различным источникам информации // Ветеринарная генетика, селекция и экология: материалы 2-й Междунар. науч. конф. (г. Новосибирск, 12–14 нояб. 2003 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2003. – С. 71.
 11. Дементьев В. Н., Кочнев Н. Н. Значение крупноплодности и особенности роста в раннем онтогенезе при разведении свиней кемеровской породы // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 2(22), ч. 1. – С. 42–46.
 12. Масť как селекционный признак у свиней / В. Н. Дементьев, В. Л. Петухов, О. С. Короткевич [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 3 (36). – С. 122–130.

REFERENCES

1. Grishkova A., Chalova N., Arishin A., Grishkov V., Volkov V. Produktivnost» chistoporodnyh i pomesnyh svinomatok, *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2011, No. 2, pp. 33–34. (In Russ.)
2. Gudilin I. I., Dement'ev V. N. *Kemerovskaya poroda svinej* (Kemerovo pig breed), Novosib. gos. agrar. un-t, Novosibirsk, 2003, 387 p.
3. Dement'ev V. N., Kamaldinov E. V., Gart V. V. Ispol'zovanie informacionnyh tekhnologij v plemennom svinovodstve, *Vestn. NGAU*, 2012, No. 1 (22), Ch. 2, pp. 50–53. (In Russ.)
4. Dement'ev V. N., Bekenyov V. A., Sebezshko O. I., Marenkov V. G., Nezavitin A. G., Zaharov N. B. Informacionnye tekhnologii v selekcii svinej Zapadnoj Sibiri, *Agrarnaya nauka – sel'skohozyajstvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazahstana, Belarusi i Bolgarii*, Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 2017, pp. 241–244. (In Russ.)
5. Dement'ev V. N. Informatizaciya plemennogo svinovodstva Zapadnoj Sibiri, *Zhivotnovodstvo Zapadnoj Sibiri i Zaural'ya: problemy i resheniya* (Livestock in Western Siberia and Trans-Urals: problems and solutions), Sb. nauch. tr. posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhdeniya A. YA. Malahovskogo, Omsk, 2001, pp. 194–196. (In Russ.)
6. Dement'ev V. N., Bekenyov V. A. Informacionnye tekhnologii v plemennom svinovodstve, *Puti intensifikacii otrasli svinovodstva v stranah SNG* (Ways to intensify the pig industry in the CIS countries), Proceeding of the XVI International Scientific and Practical Conference, Grodno, 2009, pp. 47–50.
7. Dement'ev V. N., Kulikova S. G., Kochnev N. N. Vosproizvoditel'nye kachestva svinomatok v usloviyah promyshlennoj tekhnologii, *Glavnyj zootekhnik*, 2014, No. 5, pp. 11–17. (In Russ.)
8. Bekenyov V. A., Dement'ev V. N., Ermolaev E. I. *Geneticheskie metody selekcii svinej* (Genetic pig breeding methods), Novosibirsk, 2012, 116 p.
9. Dement'ev V. N., Pil'nikov V. G. Indeksnyaya selekciya v plemennom svinovodstve, *Selekciya, veterinarnaya genetika i ehkologiya* (Selection, veterinary genetics and ecology), Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 21–23 November 2001, Novosib. gos. agrar. un-t, Novosibirsk, 2001, 15 p. (In Russ.)

10. Dement'ev V.N. Prognozirovanie myasnoj produktivnosti svinej po razlichnym istochnikam informacii, *Veterinarnaya genetika, selekciya i ehkologiya* (Veterinary genetics, breeding and ecology), Proceeding of the II International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, 12–14 November, 2003, Novosib. gos. agrar. un-t, Novosibirsk, 2003, 71 p. (In Russ.)
11. Dement'ev V.N., Kochnev N.N. Znachenie krupnoplodnosti i osobennosti rosta v rannem ontogeneze pri razvedenii svinej kemerovskoj породы, *Vestn. NGAU*, 2012, No. 1 (22), Ch. 2, pp. 42–46. (In Russ.)
12. Dement'ev V.N., Petuhov V.L., Korotkevich O.S. Mast» kak selekcionnyj priznak u svinej, *Vestn. NGAU*, 2015, No. 3 (36), pp. 122–130. (In Russ.)

ЛАРВАЛЬНЫЙ (ГИДАТИДОЗНЫЙ) ЭХИНОКОККОЗ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА: СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ДИАГНОСТИКА

А. Ж. Жолойбеков, аспирант

А. Ш. Иргашев, доктор ветеринарных наук, профессор

А. А. Оторова, кандидат биологических наук

Э. И. Асанова, кандидат биологических наук

С. Н. Ишенбаева, кандидат ветеринарных наук

Кыргызский национальный аграрный университет

им. К. И. Скрябина

E-mail: irgasheva@mail.ru, hbk89@mail.ru

Ключевые слова: ларвальный эхинококкоз, крупный рогатый скот, распространение, пораженность органов, статистические, патоморфологические исследования, диагностика

Реферат. На основе статистических и морфологических исследований установлено распространение и пораженность печени и легких крупного рогатого скота ларвальным эхинококкозом в Таласской, Иссык-Кульской, Нарынской и Чуйской областях Кыргызской Республики в зависимости от пола и возраста животных. Пораженность крупного рогатого скота эхинококкозом в северных областях республики в среднем составляет 6 %. Крупный рогатый скот Иссык-Кульской, Чуйской и Нарынской областей больше поражен (8–8,8 %) ларвальным эхинококкозом, чем крупный рогатый скот из Таласской области (2,3 %). Эхинококкозом поражены как коровы, так и быки от годовалого возраста и выше. Основными поражаемыми органами у крупного рогатого скота являются одновременно печень и легкие, затем в отдельности печень и легкие. Интенсивность инвазии в печени более чем в 2 раза выше, чем в легких. Макроскопические изменения в легких и печени при данном заболевании имеют диагностическую ценность. Окончательный диагноз ставится на основе гистологических исследований с нахождением в гистосрезах специфических структур эхинококковой кисты.

LARVAL ECHINOCOCCOSIS OF THE CATTLE: STATISTIC RESEARCH AND DIAGNOSTICS

Zholoibekov A.Zh., PhD-student

Irgashev A.Sh., Doctor of Veterinary Sc., Professor

Otorova A.A., Candidate of Biological Sc.

Asanova E.I., Candidate of Biological Sc.

Ishenbaeva S.N., Candidate of Veterinary Sc.

Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin

Key words: larval echinococcosis, cattle, distribution, organs infection, statistical pathomorphological research, diagnostics.

Abstract. The authors explored the results of statistical and morphological research on the liver and lungs of the cattle and specified distribution and liver and lung attack caused by larval echinococcosis in respect to gender and age of animals in Talas, Issyk-Kul, Naryn and Chui regions of the Kyrgyz Republic. The degree of cattle suffering from echinococcosis in northern parts of the Kyrgyz Republic averages 6%. The cattle in Issyk-Kul, Naryn and Chui regions suffers from larval echinococcosis more (8-8,8%) than the cattle in Talass region (2,3%). Echinococcosis affects cows and bulls aged 1 year and older. The liver and lungs are the main organs affected simultaneously, as well as further liver and lungs affection separately. The degree of liver invasion

is 2 times and even higher than in the lungs. Macroscopic changes in the lungs and liver have diagnostic value. The final diagnosis is based on histological test and specific structures of the hydatid cyst in the histocut.

Эхинококкоз – природно-очаговое зооантропонозное паразитарное заболевание людей, домашних и диких животных, являющееся серьезной социальной проблемой в Кыргызской Республике, причиняющей большой экономический ущерб [1–4]. Кыргызская Республика является неблагополучной по эхинококкозу животных и людей. Данное паразитарное заболевание имеет тенденцию к широкому распространению, и из года в год заболеваемость увеличивается [1–8]. По данным Р.Р. Караевой, пораженность крупного рогатого скота эхинококкозом в Кыргызской Республике составляет 13 % [1].

По сведениям А.М. Плиевой, пораженность крупного рогатого скота в Центральном Кавказе достигает 28,4%. С возрастом у крупного рогатого скота ЭИ увеличивается до 30,9% и чаще поражены легкие – 56,2%, реже печень – 33,4% [9]. А.Ш. Иргашевым и др. описаны макроскопические патоморфологические изменения в легких и печени крупного рогатого скота при ларвальном эхинококкозе [10].

А.М. Жаксыбергенов исследовал ларвальный эхинококкоз среди людей в Южно-Казахстанском регионе. По его данным, среди 98000 обследованных больных (из них 52610 мужчин, 45390 женщин) эхинококкоз выявлен в 381 случае, что составляет 0,4%. У 157 больных обнаружен эхинококкоз печени (41,2%), у 152 – легких (40,2%), у 55 – сочетанные случаи (17,14%), у 7 – селезенки, у 5 – диафрагмы и у 4 – почки [6].

Исследование эхинококкоза крупного рогатого скота актуально и сегодня, так как мы должны провести мониторинг данного заболевания, чтобы установить его динамику за последние 10 лет. Кроме того, патоморфологические и иммуноморфологические изменения в контексте развития эхинококковых кист в организме исследованы отрывочно, и нам предстоит изучать процесс развития и разрушения эхинококковых кист и влияние иммунной системы на этот процесс. За последние

годы в республике отсутствуют научные данные, которые могли бы дать новую информацию по данному паразитозу.

Цель нашей работы – получение статистических данных по ларвальному эхинококкозу крупного рогатого скота (определение пораженности органов в зависимости от вида, пола и возраста животных, количества эхинококковых пузырей в различных зонах пораженных органов) и специфическая макроскопическая и гистологическая диагностика ларвального эхинококкоза после убоя крупного рогатого скота.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Местом для отбора патологического материала по ларвальному эхинококкозу среди продуктивных животных послужили лаборатории ветеринарно-санитарной экспертизы (ВСЭ) рынков г. Бишкек и убойные пункты, расположенные в регионах республики. Объектами исследования явились 533 головы крупного рогатого скота из Таласской, Иссык-Кульской, Нарынской и Чуйской областей Кыргызской Республики. Для выявления ларвального эхинококкоза производился ветеринарный осмотр туш и ливера забитых животных в лабораториях ВСЭ рынков и на убойных пунктах. При статистическом исследовании ларвального эхинококкоза обращали внимание на количество, вид, пол, возраст животного, на пораженные органы, на их сочетание, количество пузырьков в пораженных органах. Для постановки окончательного диагноза применялось гистологическое исследование. Из взятых кусочков с наличием эхинококковой кисты готовились парафиновые блоки, а из них – гистологические срезы толщиной 3–8 мкм. Окрашивали гистологические срезы гематоксилин-эозином и по Ван Гизону.

Полученные цифровые данные по ларвальному эхинококкозу были подвергнуты

математической обработке и определены такие показатели, как экстенсивность инвазии (в процентах) и интенсивность инвазии пораженных органов (количество пузырей).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами исследованы распространение и пораженность (экстенсивность инвазии) ларвальным эхинококкозом крупного рогатого скота, предназначенного к убою. Всего было исследовано 533 головы, из них 32 поражены ларвальным эхинококкозом. В Таласской области обследовано 218 голов, из них выявлено 5 голов, пораженных ларвальным эхинококкозом; в Иссык-Кульской

области обследовано 88 голов, выявлено больных – 7; в Чуйской и Нарынской областях обследовано 227 голов, из них пораженных эхинококкозом 20 голов.

Анализ полученных данных показывает, что крупный рогатый скот Иссык-Кульской, Чуйской и Нарынской областей больше поражен ларвальным эхинококкозом, чем в Таласской области.

По литературным данным, с 1990 по 2005 г. пораженность крупного рогатого скота эхинококкозом в Кыргызской Республике составляла 13% [1]. По результатам наших исследований, пораженность эхинококкозом крупного рогатого скота в северных областях республики составляет в среднем 6%, т.е. отмечено ее снижение в более чем в 2 раза. Это скорее всего связано с проведением среди на-

Таблица 1

Заболееваемость крупного рогатого скота ларвальным эхинококкозом в Таласской, Иссык-Кульской, Чуйской и Нарынской областях (по данным послеубойных исследований)
Cattle disease rate of larval echinococcosis in Talass, Issyk-Kul, Chu and Naryn regions
(according to the data of after slaughter)

Область	Количество исследованных животных, гол.	Выявлено больных, гол.	Экстенсивность инвазии, %	Соотношение по полу	Возраст больных, лет	Часто поражаемые органы
Таласская	218	5	2,3	Коровы – 1, быки – 4	От 2,5 до 5	Печень и легкие; печень
Иссык-Кульская	88	7	8	Быки – 6, коровы – 1	От 2 до 3,5	Печень; печень и легкие
Чуйская и Нарынская	227	20	8,8	Коровы – 13, быки – 7	От 1 года и выше	Печень и легкие; легкие; печень
В среднем	533	32	6			

селения республики мероприятий, направленных на искоренение данной болезни у человека и у животных, открытием новых убойных пунктов в регионах, где пораженные органы своевременно утилизируются и не попадают в пищу собак, а также с учетом, регистрацией собак и плановой их дегельминтизацией благодаря проекту Международного фонда сельскохозяйственного развития ПРЖИР и программе DOGS.

Ларвальным эхинококкозом поражены как коровы, так и быки от годовалого возраста и выше. Основными органами поражения при ларвальном эхинококкозе среди крупного

рогатого скота являются одновременно печень и легкие, затем в отдельности печень и легкие. По данным А.М. Плиевой, которая исследовала эхинококкоз в Центральном Кавказе, основными органами поражения являются легкие и печень [9].

При макроскопической диагностике в печени и в легких крупного рогатого скота обнаруживались эхинококковые пузыри (кисты) различных размеров (рис. 1), которые имели округлые, овальные или неправильные пузырьки, заполненные жидкостью.

Нами проведено анатомо-топографическое исследование расположения эхинокок-

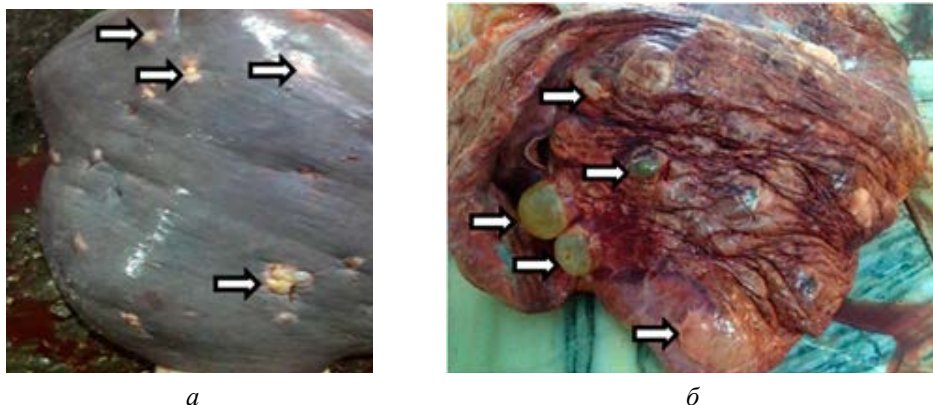


Рис. 1. Эхинококковые кисты в печени быка и легких коровы (указаны стрелками):
а – печень быка, возраст 2,5 года; б – легкие коровы, возраст 5 лет
Hydatid cysts in the liver of a bull and lungs of a cow : a – liver of the bull aged 2.5 years;
b – lungs of the cow aged 5 years

ковых пузырей в различных долях печени и легкого у крупного рогатого скота путем их подсчета (табл. 2). Как показывают данные таблицы, из четырех долей печени эхинококковых пузырей больше сосредоточено в левой доле, затем в квадратной и хвостовой долях, а в правой доле эхинококковые пузыри встречаются в меньшем количестве.

По литературным данным, эхинококковые кисты у людей в основном локализуются в правой доле печени (85,4%), а в левой доле бывают редко (12,1%), в 2,5% случаев они локализовались в обеих долях [6].

В легком крупного рогатого скота количество эхинококковых пузырей в краниальной, средней и каудальной долях почти одинаковое, что говорит о наибольшей подверженности поражению вышеуказанных долей легкого. Наименьшее поражение имеет добавочная доля легкого.

Если сравнить интенсивность инвазии пораженных органов, то печень в 2 раза больше поражена эхинококковыми пузырями по сравнению с легкими.

По литературным данным, эхинококковые кисты у людей локализовались в средней

Таблица 2

Интенсивность инвазии в печени и легких крупного рогатого скота (количество эхинококковых пузырей)
Intense degree of liver and lungs invasion of the cattle (the number of echinococcosis blisters)

№ п/п	Пол животного	Печень					Легкие							
		правая доля	левая доля	хвостовая доля	квадратная доля	Итого	краниальная доля		средняя доля		каудальная доля		добавочная доля	Итого
							левая	правая	левая	правая	левая	правая		
1	Корова	3	7	5	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Бык	2	3	4	8	17	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Бык	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
4	Корова	1	3	2	3	9	1	7	2	3	4	3	1	21
5	Бык	1	2	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Бык	2	3	2	1	8	1	0	2	3	2	1	2	11
7	Бык	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	4
8	Бык	3	4	3	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Бык	1	3	2	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Бык	1	3	2	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Бык	0	2	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Корова	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Корова	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	Итого	14	34	20	29	97	3	8	6	8	6	5	3	39
Интенсивность инвазии						7,5								3

доле правого легкого, а в нижней и верхней доле встречались редко. В наших наблюдениях эхинококковые кисты локализовались преимущественно в правом легком. Изучение топографии эхинококкоза правого легкого показало, что часто кисты локализовались в средней доле (27,3% случаев) и были сочетанными (46,7% случаев). В нижней доле они встречались в 15,3% случаев, а в верхушке легкого – 8,7% [6].

При гистологическом исследовании установлено, что эхинококковые кисты состоят из полости, стенки полости и адвентициального слоя (рис. 2). Полости заполнены жидкостью и содержат протосколексы. Стенки полости состоят из гиалиновых пластинок снаружи и герминативного слоя внутри. В адвентициальном слое клеточный инфильтрат состоит из макрофагов, эпителиоидных клеток, гигантских клеток, лимфоцитов, плазматиче-

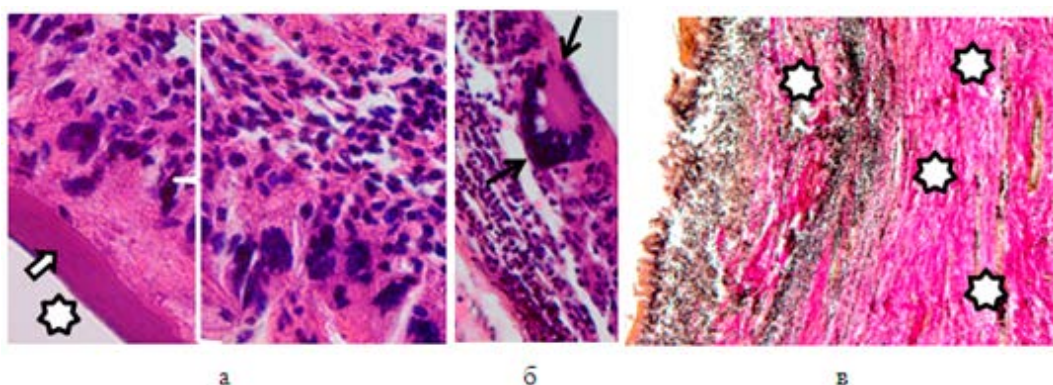


Рис. 2. Парафиновые срезы легких и печени крупного рогатого скота:

а – эхинококковая киста легкого с наличием клеточного инфильтрата; полость эхинококковой кисты отмечена семиконечной звездой, гиалиновые пластинки стенки – белой стрелкой, адвентициальный слой – фигурной скобкой; гематоксилин-эозин, х 400; б – гигантская клетка Лангерганса, расположенная в стенке эхинококковой кисты легкого (указана черными стрелками), гематоксилин-эозин, х 200; в – парафиновые срезы печени крупного рогатого скота с преобладанием коллагеновых волокон в стенке эхинококковой кисты (отмечены семиконечными звездочками); окраска по Ван Гизону, х 50

Paraffin section of lungs and liver of the cattle:

а - Hydatid cyst of a lung with infiltrating cells; the cavity of hydatid cyst is marked as 7-pointed star, hyaline membranes – as a white arrow, adventitial layer is marked as a crochet; haematoxylin- eosin, х 400; б - Langerhans' giant cell located in the Hydatid cyst of a lung (marked as black arrows), haematoxylin- eosin, х 200; в - Paraffin section of the liver of the cattle with prevailing number of collagen fibres in the wall of Hydatid cyst (markes as 7-pointed stars); van Gieson's stain х 50

ских клеток и эозинофилов. Гистологическая специфическая структура эхинококковой кисты имеет диагностическое значение.

ВЫВОДЫ

1. Пораженность крупного рогатого скота ларвальным эхинококкозом в северных областях республики составляет в среднем 6%. В настоящее время она уменьшилась в 2 раза по сравнению с 2005 г.

2. Основными органами поражения являются в одних случаях одновременно печень и легкие, в других случаях – в отдельности

печень и легкие. Макроскопически в печени и легком обнаруживаются эхинококковые кисты различных размеров, заполненные жидкостью.

3. Анатомио-топографическим исследованием установлено, что в печени эхинококковые пузыри чаще встречаются в левой доле, затем квадратной и хвостовой долях, а в легком – в краниальной, средней и каудальной долях. Интенсивность инвазии в печени в 2 раза выше, чем в легких.

4. Гистологически эхинококковые кисты состоят из полости, где содержатся жидкость и протосколексы, гиалиновых пластинок

с герминативным слоем и адвентициального Специфическое гистологическое строение слоя. В клеточном инфильтрате в большом эхинококковой кисты имеет диагностическое количестве содержатся гигантские клетки. значение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Караева Р.Р. Оптимизация эпидемиологического надзора за эхинококкозом в Кыргызской Республике в современных условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Бишкек, 2005. – 22 с.
2. Иргашев А.Ш., Асанова Э.И., Курбаналиев Ч.А. Степень изученности ларвального эхинококкоза у животных и человека (актуальность, состояние и перспективы исследования) // Наука и новые технологии. – 2013. – № 4. – С. 158–161.
3. Иргашев А.Ш., Жолойбеков А. Ларвальный эхинококкоз: распространение среди крупного и мелкого рогатого скота (по данным послеубойных исследований) // Вестн. КНАУ им. К.И. Скрябина. – 2018. – № 1 (46). – С. 79–83.
4. Ахунбаев И.К., Ахунбаева Н.И. Эхинококкоз легких и его хирургическое лечение. – Фрунзе, 1976. – 159 с.
5. Акматов Б.А. Диагностика и лечение эхинококкоза. – Баку, 1987. – С. 57–59.
6. Жаксыбергенев А.М. Клинико-морфологическая характеристика эхинококкоза различных органов: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Алматы, 1999. – 18 с.
7. Агаев Р.М. Хирургическое лечение эхинококкоза печени и его осложнений // Хирургия. – 2001. – № 2. – С. 32–36.
8. Журавлев В.А., Русинов В.М., Щербак Н.А. Гидатидозный эхинококкоз печени. Вопросы хирургического лечения // Хирургия. – 2004. – № 4. – С. 51–54.
9. Плиева А.М. Эколого-эпизоотологические особенности эхинококкоза животных в регионе Центрального Кавказа: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2007. – 42 с.
10. Иргашев А.Ш., Нургазиев Р.З., Ишенбаева С.Н. Макроскопические и гистологические изменения в органах при ларвальном эхинококкозе крупного рогатого скота и овец // Вестн. КНАУ им. К.И. Скрябина. – 2015. – № 1 (33). – С. 18–22.

REFERENCES

1. Karaeva R. R. *Optimizatsiya epidemiologicheskogo nadzora za ekhinokokkozom v Kyrgyzskoi Respublike v sovremennykh usloviyakh*: Extended abstract of candidate's thesis, Bishkek, 2005, 22 p.
2. Irgashev A. Sh., Asanova E. I., Kurbanaliev Ch. A. *Nauka i novye tekhnologii*, 2013, No. 4, pp. 158–161. (In Russ.)
3. Irgashev A. Sh., Zholoibekov A. *Vestn. KNAU im. K. I. Skryabina*, 2018, No. 1 (46), pp. 79–83. (In Russ.)
4. Akhunbaev I. K., Akhunbaeva N. I. *Ekhinokokkoz legkikh i ego khirurgicheskoe lechenie* (Echinococcosis of the lungs and its surgical treatment), Frunze, 1976, 159 p.
5. Akmatov B. A. *Diagnostika i lechenie ekhinokokkoza*, Baku, 1987, pp. 57–59. (In Russ.)
6. Zhaksybergenov A. M. *Kliniko-morfologicheskaya kharakteristika ekhinokokkoza razlichnykh organov*: Extended abstract of candidate's thesis, Almaty, 1999, 18 p.
7. Agaev P. M. *Khirurgiya*, 2001, No. 2, pp. 32–36. (In Russ.)
8. Zhuravlev V. A., Rusinov V. M., Shcherbakova N. A., *Khirurgiya*, 2004, No. 4, pp. 51–54. (In Russ.)
9. Plieva A. M. *Ekologo-epizootologicheskie osobennosti ekhinokokkoza zhivotnykh v regione Tsentral'nogo Kavkaza*: Extended abstract of Doctor's thesis, Moscow, 2007, 42 p.
10. Irgashev A. Sh., Nurgaziev R. Z., Ishenbaeva S. N., *Vestn. KNAU im. K. I. Skryabina*, 2015, No. 1 (33), pp. 18–22. (In Russ.)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДНЫХ КОРМОВЫХ УГОДЬЯХ ГОРНОГО АЛТАЯ

^{1,2} Г. К. Зверева, доктор биологических наук

³ С. Я. Сыева, кандидат биологических наук

⁴ Н. А. Карнаухова, кандидат биологических наук

¹Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, п. Краснообск Новосибирской обл., Россия

³Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Барнаул, Россия

⁴Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: labsp@ngs.ru

Ключевые слова: Горный Алтай, кормовые угодья, кормовые травы, бобовые растения, ценопопуляция, пастбищная дигрессия

Реферат. В 2016–2017 гг. изучено состояние растительности на природных сенокосах и пастбищах в среднегорье Центрального и Юго-Восточного Алтая на примере пяти районов Республики Алтай. Исследовано 22 сообщества разных классов формаций лугов и степей, из них 8 ценозов обследовались дважды. Состояние растительности кормовых угодий свидетельствует о наличии умеренного или усиленного выпаса животных. В более влажном 2016 г. в травостое проявлялись черты восстановительных сукцессий и процессов деградации. В засушливом 2017 г. выпас животных привёл к резкому усилению процессов пастбищной дигрессии и снижению живой надземной фитомассы в 2,2–3,6 раза по сравнению с прошлым годом, при этом в травостое возросла доля мортмассы. На примере многолетних бобовых трав *Astragalus austriacus*, *A. austrosibiricum*, *A. tibetanus*, *Hedysarum gmelinii*, *H. gmelinii* subsp. *setigerum* и *Oxytropis argentata* показана их сохранность в травостое пастбищ и возможность восстановления многих ценопопуляций при снижении или прекращении выпаса.

ESTIMATION OF VEGETATION ON THE FORAGE LANDS OF GORNY ALTAI

^{1,2} Zvereva G.K., Doctor of Biological Sc.

³ Syeva S.Ia., Candidate of Biology

⁴ Karnaukhova N.A., Candidate of Biology

¹Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

²Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnologies RAS, Novosibirsk, Russia

³Federal Altai Research Centre of Agricultural Biotechnologies, Barnaul, Russia

⁴Central Siberian Botanical Garden SD RAS, Novosibirsk, Russia

Key words: Gorny Altai, forage lands, forage grasses, legumes, cenopopulation, pasture degradation.

Abstract. The authors explored the situation in vegetation on hay harvesting areas and pastures in the mid mountain areas of Central and South-Eastern Altai in 2016-2017. The authors investigated 22 communities of various types of meadows and steppes; 8 cenoses were investigated twice. The vegetation of forage lands indicates moderate or high grazing of animals. 2016 was a wet year and it led to pasture degradation and progressive succession. 2017 was a dry year and grazing led to acute pasture degradation and reducing of surface phytomass in 2.2 – 3.6 times in comparison with the previous year. At the same time, the part of mortmass in the stand grass increases. The re-

searchers investigated the perennial leguminous grasses of Astragalus austriacus, A. austrosibiricum, A. tibetanus, Hedysarum gmelinii, H. gmelinii subsp. setigerum and Oxytropis argentata and found out them to be preserved in grasslands and restored in many cenopopulations when grazing is reduced or stopped.

Экосистемы горных регионов Алтая находятся в центре Евразии, в зоне контакта двух природных зон Северного полушария – гумидной бореальной и аридной пустынно-степной – и отличаются сложным рельефом и многообразием природных комплексов [1].

Растительный покров Горного Алтая характеризуется большим видовым разнообразием, что во многом определяется неоднородностью почвенного покрова и выраженной вертикальной поясностью [2]. Естественная растительность повсеместно используется для сенокоса и выпаса скота и играет большую роль в общем балансе кормовой базы Горного Алтая. Интенсивное воздействие антропогенного фактора приводит к постепенной деградации травостоя, поэтому в разные годы исследователи обращали внимание на состояние растительности на природных сенокосах и пастбищах [3].

В последние десятилетия коренная перестройка хозяйственных механизмов в Российской Федерации повлекла за собой изменение режимов эксплуатации природных экосистем, в частности, сенокосных и пастбищных фитоценозов. В настоящее время сельскохозяйственные угодья в Республике Алтай составляют 1131,7 тыс. га, из них наибольшую долю занимают кормовые угодья – 994,2 тыс. га, или 87,9% [4]. При этом поголовье скота выросло на 27% по сравнению с 1990 г., поэтому средняя нагрузка на гектар пастбища возросла [5]. Подчеркнём, что более 50% поголовья скота сосредоточено в личных подсобных хозяйствах, в которых перестали применять пастбищеоборот – эффективный метод сезонного использования природных пастбищ [6].

В связи с этим нашей задачей было изучение состояния растительности и выявление особенностей антропогенных сукцессий на природных кормовых угодьях Горного Алтая в условиях современного хозяйствования,

при этом особое внимание обращалось на сохранность в травостоях бобовых растений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Обследование естественных пастбищ и сенокосов проведено в среднегорье Центрального и Юго-Восточного Алтая в 2016–2017 гг. в Онгудайском, Улаганском, Кош-Агачском, Усть-Канском и Шебалинском районах Республики Алтай. Исследовано 22 сообщества разных классов формаций лугов и степей, при этом 8 ценозов обследовались дважды (табл. 1).

Различали 4 стадии пастбищной дигрессии [7–8]. Запасы надземной массы определяли укосным методом, размер учетной площадки – 0,25 м², повторность 10-кратная. В надземную фитомассу (НФМ) входит живая (зелёная) фитомасса (живая НФМ) и надземная мортмасса (НММ) [9–10]. Зеленая фитомасса представляет массу живых надземных органов растений на единице площади, надземная мортмасса – это мертвое растительное вещество (ветошь и подстилка).

Дополнительно согласно методикам [11–13] было проведено исследование состояния онтогенетической структуры ценопопуляций бобовых растений, встречающихся на деградированных пастбищах. Выделение возрастных групп особей производилось в соответствии с классификацией возрастных состояний, предложенной Т. А. Работновым [14], с некоторыми дополнениями и изменениями [15]. Сбор материала осуществлялся в пределах одного участка ассоциации внутри ее контура в период цветения изучаемых видов.

В 2016 г. на большей части республики выпало повышенное количество осадков, которое превышало среднееголетние значения в 1,5–2 раза, при этом весна носила затяжной характер, а лето и начало осени оказалось

Таблица 1

Изученные сообщества природных кормовых угодий Горного Алтая и их краткая характеристика
Investigated communities of natural forage lands in Gorny Altai and their brief characteristics

№	Сообщество	Общее проективное покрытие, %	Средняя высота травостоя, см
1	Разнотравно-щучковое сообщество увлажнённого луга (<i>Deschampsia cespitosa</i> , <i>Alchemilla vulgaris</i> , <i>Aconitum krylovii</i>)	75–80	15–40
2	Разнотравно-ежовое сообщество настоящего луга (<i>Dactylis glomerata</i> , <i>Crepis sibirica</i> , <i>Geranium pratense</i>)	80–95	35–60
3	Люцерно-злаковое сообщество остепнённого луга (<i>Stipa capillata</i> , <i>Koeleria cristata</i> , <i>Medicago falcata</i>)	70–75	25–40
4	Люцерно-ковыльно-разнотравное сообщество остепнённого луга (<i>Galium verum</i> , <i>Phlomis tuberosa</i> , <i>Stipa capillata</i> , <i>Medicago falcata</i>)	80–95	35–60
5	Злаково-аконитово-разнотравное сообщество остепнённого луга (<i>Hedysarum gmelinii</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Aconitum krylovii</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Elytrigia repens</i>)	70–75	20–40
6	Злаково-лапчатково-тысячелистниковое сообщество остепнённого луга (<i>Achillea millefolium</i> , <i>Potentilla erecta</i> , <i>Elytrigia repens</i> , <i>Poa angustifolia</i> , <i>Phleum phleoides</i>)	70–80	10–25
7	Люцерно-тимopheево-ковыльное сообщество остепнённого луга (<i>Stipa capillata</i> , <i>Phleum phleoides</i> , <i>Medicago falcata</i>)	90–95	35–55
8	Осоково-копеечниково-разнотравное сообщество остепнённого луга (<i>Carex pediformis</i> , <i>Hedysarum gmelinii</i> , <i>Scabiosa ochroleuca</i> , <i>Aconitum krylovii</i>)	60–85	10–25
9	Касатиково-лапчатково-злаковое сообщество солончакового луга (<i>Hordeum brevisubulatum</i> , <i>Leymus ordensis</i> , <i>Potentilla astragalifolia</i> , <i>Iris pallasii</i>)	30–60	30–45
10	Овсцово-ковыльное сообщество настоящей степи (<i>Stipa capillata</i> , <i>Helictotrichon altaicum</i>)	60–70	55–85
11	Лапчатково-осоково-полынное сообщество настоящей степи (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Carex duriuscula</i> , <i>Potentilla acaulis</i>)	40–60	15–25
12	Термопсисово-ковыльное сообщество настоящей степи (<i>Stipa capillata</i> , <i>Thermopsis mongolica</i>)	50–65	20–40
13	Осоково-тонконогово-полынное сообщество настоящей степи (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Koeleria cristata</i> , <i>Carex pediformis</i>)	80–90	5–12
14	Полынно-ковыльное сообщество настоящей степи (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Stipa capillata</i>)	80–90	25–40
15	Злаково-полынно-лапчатковое сообщество настоящей степи (<i>Festuca valesiaca</i> , <i>Stipa capillata</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>Potentilla acaulis</i>)	30–40	3–12
16	Полынно-ковыльно-термопсисовое сообщество настоящей степи (<i>Artemisia frigida</i> , <i>Stipa capillata</i> , <i>Thermopsis mongolica</i>)	20–55	15–35
17	Тысячелистниково-гетеропаптусо-лапчатковое сообщество настоящей степи (<i>Achillea millefolium</i> , <i>Heteropappus altaicus</i> , <i>Potentilla fragarioides</i> , <i>P. anserina</i>)	20–50	8–25
18	Осоково-полынно-злаковое сообщество настоящей петрофитной степи (<i>Koeleria cristata</i> , <i>Festuca pseudovina</i> , <i>Artemisia frigida</i> , <i>Carex duriuscula</i> , <i>C. pediformis</i>)	45–60	8–20
19	Лапчатково-полынно-типчачковое сообщество настоящей петрофитной степи (<i>Festuca valesiaca</i> , <i>Artemisia santolinifolia</i> , <i>Potentilla bifurca</i>)	30–50	6–10
20	Осоково-горноколосниково-тонконоговое сообщество настоящей петрофитной степи (<i>Koeleria cristata</i> , <i>Orostachys spinosa</i> , <i>Carex duriuscula</i>)	40–50	5–15
21	Житняково-галечневоковыльно-выюнковое сообщество опустыненной петрофитной степи (<i>Convolvulus ammannii</i> , <i>Stipa glareosa</i> , <i>Agropyron kazakhstanicum</i>)	10–30	7–15
22	Галечневоковыльно-выюнково-лапчатковое сообщество опустыненной петрофитной степи (<i>Potentilla astragalifolia</i> , <i>Convolvulus ammannii</i> , <i>Stipa glareosa</i>)	10–20	5–15

жаркими [4]. Вегетационный период 2017 г. характеризовался прохладным и сухим маем, жарким засушливым июнем и достаточно увлажненными июлем и августом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Запасы живой надземной фитомассы луговых ценозов колебались в значительных пределах – от 10 до 75 ц/га воздушно-сухой массы, что во многом связано с природными особенностями и с проявлением дигрессионных процессов (табл. 2). Большинство рассматриваемых сообществ находилось на II – III стадиях пастбищной дигрессии, при этом общее проективное покрытие в основном изменялось от 60 до 95 %. Снижение урожайности обусловлено преимущественно уменьшением высоты и ухудшением жизненности кормовых растений.

В луговых ценозах, подвергающихся хозяйственному использованию, злаки составляют 9–56 % от массы зелёных побегов и представлены преимущественно *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Dactylis glomerata* L., *Phleum phleoides* (L.) Karsten, *Poa angustifolia* L., *Festuca pratensis* Hudson, *Stipa capillata* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Elymus gmelinii* Ledeb.

Участие бобового компонента находится в пределах 2–26 %, при этом часто встречаются *Medicago falcata* L., *Trifolium repens* L., *T. pratense* L., *Melilotus officinalis* (L.), *Hedysarum gmelinii* Ledeb. и *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. При проявлении пастбищной дигрессии большое значение имеет сохранность бобовых растений в травостое. Так, в условиях осоково-копеечниково-разнотравного сообщества остепнённого луга, находящегося на III стадии пастбищной дигрессии, *Hedysarum gmelinii* отличается не-

Таблица 2

Запасы надземной фитомассы луговых кормовых угодий Горного Алтая, июль 2016–2017 гг.
Surface phytomass reserves of forage meadows in Gorny Altay, July 2016–2017

Сообщество	Стадия дигрессии	Живая НФМ, ц/га возд. сух. массы %						НММ, ц/га возд. сух. массы % к НФМ
		злаки	бобовые	разнотравье	осоки	кустарники и полукустарники	всего	
Увлажнённый луг								
1	III	<u>6,7</u> 55,8	Нет	<u>4,5</u> 37,5	<u>0,8</u> 6,7	Нет	<u>12,0±0,88</u> 100,0	<u>2,2</u> 15,5
Настоящий луг								
2	II	<u>18,4</u> 39,1	<u>3,9</u> 8,3	<u>24,8</u> 52,6	Нет	Нет	<u>47,1±3,97</u> 100,0	<u>6,1</u> 11,5
Остепнённый луг								
3	III	<u>4,6</u> 34,6	<u>2,8</u> 21,0	<u>5,9</u> 44,4	Нет	Нет	<u>13,3±0,92</u> 100,0	<u>0,3</u> 2,2
4	II	<u>14,3</u> 26,2	<u>8,7</u> 16,0	<u>30,9</u> 56,7	<u>0,6</u> 1,1	Нет	<u>54,5±3,21</u> 100,0	<u>11,8</u> 17,8
5	III	<u>5,8</u> 32,4	<u>1,9</u> 10,6	<u>9,8</u> 54,7	<u>0,4</u> 2,3	Нет	<u>17,9±1,50</u> 100,0	<u>6,9</u> 27,8
6	III – IV	<u>3,1</u> 32,3	<u>0,2</u> 2,1	<u>6,2</u> 64,6	<u>0,1</u> 1,0	Нет	<u>9,6±2,02</u> 100,0	<u>1,8</u> 15,8
7	I – II	<u>35,0</u> 46,9	<u>17,8</u> 23,8	<u>21,9</u> 29,3	Нет	Нет	<u>74,7±4,33</u> 100,0	<u>7,2</u> 8,8
8	III	<u>1,7</u> 9,1	<u>4,8</u> 25,5	<u>9,7</u> 51,6	<u>2,2</u> 11,7	<u>0,4</u> 2,1	<u>18,8±0,78</u> 100,0	<u>3,4</u> 15,3
Солончаковый луг								
9	I – II	<u>3,6</u> 23,8	<u>6,2</u> 41,1	<u>5,3</u> 35,1	Нет	Нет	<u>15,1±1,42</u> 100,0	<u>0,4</u> 2,6

Примечание. Номера сообществ соответствуют таковым в табл. 1.

Numbers of communities correspond to the numbers in Table 1.

большими размерами, при этом структура его ценопопуляций полночленная, с абсолютным максимумом на молодых онтогенетических состояниях, особенно много (34,8%) ювенильных растений (рис. 1). Это свидетельствует о хороших условиях для прорастания семян в прошлом году и достаточной устойчивости *H. gmelinii* к выпасу. В то же время

на этом пастбище почти все побеги *Astragalus austriacus* Jacq. были генеративными, из пре-генеративной группы встречались только виргинильные и практически отсутствовали особи постгенеративного периода, что указывает на слабую устойчивость *Astragalus austriacus* к чрезмерному выпасу.

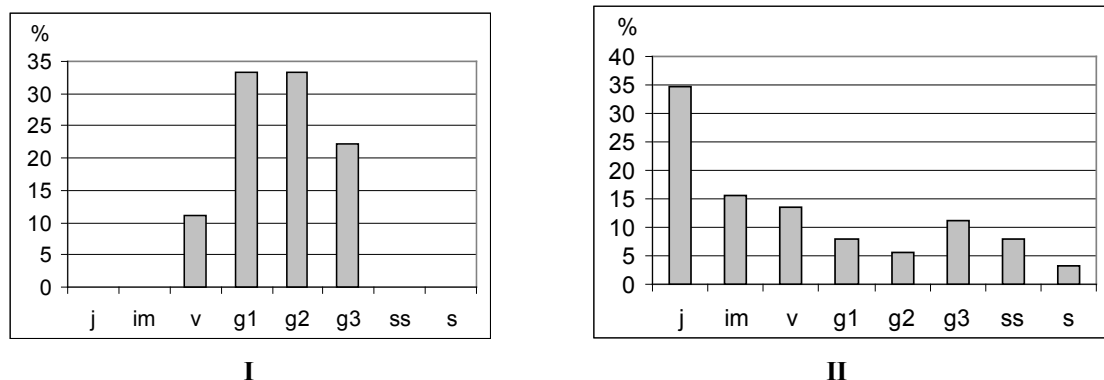


Рис. 1. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Hedysarum gmelinii* (I) и *Astragalus austriacus* (II) в осоково-копеечно-разнотравном сообществе остепнённого луга, июль 2017 г. Растения: р – проростки; j – ювенильные; im – имматурные; v – виргинильные; g₁ – молодые генеративные; g₂ – взрослые генеративные; g₃ – старые генеративные; ss – субсильные; s – сильные

Ontogenetic spectra of *Hedysarum gmelinii* (I) and *Astragalus austriacus* (II) cenopopulations in sedge-Hedysarum-herbal mixture of a steppe meadow, July 2017. Plants: p – germs; j – juvenile; im – immature; v – virgin; g₁ – young generative; g₂ – adult generative; g₃ – old generative; ss – subsenile; s – senile

Разнотравье отличается большим видовым разнообразием, его доля в травостое колеблется от 29 до 65%. Увеличение массы разнотравья в основном наблюдается на более деградированных сенокосах и пастбищах и обусловлено разрастанием непоедаемых, плохо поедаемых и сорных видов растений, таких как *Aconitum krylovii* Steinb., *Achillea millefolium* L., *Lappula squarrosa* (Retz.), *Thermopsis mongolica* Czeffr. Незначительная часть травостоя представлена осоками (1–12%).

В целом хозяйственное воздействие на травостой можно охарактеризовать как умеренное или усиленное, о чем свидетельствует также накопление подстилки в сообществах. На начальных стадиях дигрессии оно больше – 6–12 ц/га воздушно-сухой массы, при усилении процессов деградации травостоя надземная мортмасса меньше и составляет 0,3–6,9 ц/га.

Сильная выбитость лугов чаще встречалась в более засушливом 2017 г. Так, для касатиково-лапчатково-злакового сообщества солончакового луга характерна ярко выраженная комплексность травостоя, при которой разнообразные по форме злаковые ассоциации (с *Hordeum brevisubulatum* (Trin.) Link и *Leymus ordensis* Peschkova) чередуются с пятнами из *Iris pallasii* Fisch., *Potentilla astragalifolia* Bunge и *Oxytropis argentata* (Pallas) Pers. Умеренный весенний выпас и засуха привели в 2017 г. к угнетению растительности, смене доминантов и резкому возрастанию мортмассы (табл. 3). Вместе с тем в этих условиях ценопопуляции эндемичного представителя бобовых высокогорной Чуйской степи *Oxytropis argentata* – многолетнего каудексового стержнекорневого розеточного растения – оказались полночленными, нормальными, с хорошим подростом и доминированием генеративных особей (рис. 2).

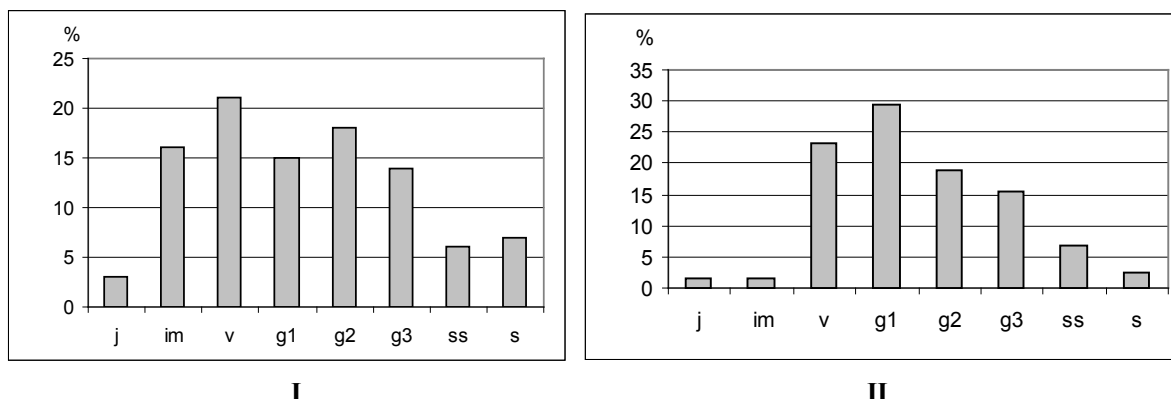


Рис. 2. Онтогенетические спектры ценопопуляций *Oxytropis argentata* (I) и *Astragalus tibetanus* (II) в касатиково-лапчатково-злаковом сообществе солончакового луга, июль 2017 г. Условные обозначения см. рис. 1
Ontogenetic spectra of *Oxytropis argentata* (I) and *Astragalus tibetanus* (II) cenopopulations in Iris pseudacorus - Potentilla –crop community of a saline meadow, July 2017 Identification marks see Figure 1

У другого бобового вегетативно-подвижного растения *Astragalus tibetanus* Benth. ex Bunge преобладали молодые генеративные особи, образуя плотные куртины. У *Astragalus tibetanus* спектр рассчитывался на парциальный побег.

В этом же местообитании разреженно встречались отдельные генеративные особи

Astragalus austrosibiricum Schischkin, а подрост не отмечен.

Продуктивность степных фитоценозов в более влажном 2016 г. изменялась от 4 до 33 ц/га воздушно-сухой массы, при этом особенно низкие запасы надземной фитомассы наблюдались на петрофитных вариантах настоящих и опустыненных степей, располо-

Таблица 3

Сопоставление запасов надземной фитомассы в сообществах в разные по увлажнению годы
Comparison of surface phytomass reserves in different communities in different humidity years

Сообщество	Стадия пастбищной дигрессии	Надземная фитомасса		
		общие запасы, ц/га возд. сух. массы	живая масса, %	морт- масса, %
Солончаковый луг				
Касатиково-лапчатково-злаковое	I – II	15,5	97,4	2,6
Остролодочниково-лапчатково-колосняковое	III	13,7	47,4	52,6
Настоящая степь				
Овсцово-ковыльное	I	33,7	83,4	16,6
Полынно-лапчатково-злаковое	II – III	21,5	53,0	47,0
Осоково-тонконогово-полынное	II – III	6,5	96,9	3,1
Осоково-лапчатково-тонконогово-полынное	II – III	12,3	97,6	2,4
Полынно-ковыльное	II	37,3	87,7	12,3
Житняково-ковыльное	II	24,9	55,1	44,9
Настоящая петрофитная степь				
Лапчатково-полынно-типчаковое	III – IV	8,9	55,1	44,9
Полынно-злаковое	IV	4,0	47,5	52,5
Осоково-горноколосниково-тонконоговое	II – III	3,7	100,0	Нет
Осоково-тонконогово-горноколосниковое	III	8,8	84,7	15,9
Опустыненная петрофитная степь				
Житняково-галечневоковыльно-выюнковое	II – III	7,2	100,0	Нет
Прутьяково-злаковое	III – IV	2,1	95,2	4,8
Галечневоковыльно-выюнково-лапчатковое	II – III	3,9	100,0	Нет
Лапчатково-галечневоковыльное	III	1,7	100,0	Нет

Примечание. В числителе – данные 2016 г., в знаменателе – 2017 г.
Numerator – data of 2016, denominator – data of 2017.

женных в юго-восточной части Республики Алтай, – 3,7–7,2 ц/га (табл. 4). Содержание мортмассы в травостое также колебалось в широких пределах. Так, часто в петрофитных и опустыненных степях подстилки практически не наблюдается, вероятно, частично из-за сильных ветров. Мортмасса в настоящих степях изменяется от 3 до 28 % к надземной фитомассе, что свидетельствует о неравномерном хозяйственном использовании травостоя.

Воздействие сильной весенне-летней засухи и выпаса сельскохозяйственных животных в 2017 г. способствовало снижению живой надземной фитомассы в 2,3–3,6 раза по сравнению с прошлым годом, при этом возросла доля мортмассы. Состояние расти-

тельности степных пастбищ свидетельствует о наличии умеренного или усиленного выпаса животных, поэтому большинство рассмотренных нами сообществ являются переходными. Особенно резкое сокращение надземной фитомассы и ухудшение кормовых качеств травостоя наблюдалось в 2017 г. в связи с действием засухи и пастбищной нагрузки.

Степные злаки, как основа травостоя настоящих степей, в рассмотренных сообществах составляют 11–86 % от массы зелёных побегов. Уменьшение их доли, вплоть до полного выпадения, часто связано с усилением пастбищной нагрузки. Среди злаков распространены *Helictotrichon altaicum* Tzvelev, *Stipa capillata*, *S. pennata* L., *Koeleria cristata*, *Festuca pseudovina* Hackel ex Wiesb., *Leymus*

Таблица 4

Запасы надземной фитомассы степных кормовых угодий Горного Алтая, июль 2016–2017 гг.
Surface phytomass reserves of forage steppes in Gorny Altay, July 2016–2017

Со- обще- ство	Стадия ди- грессии	Живая НФМ, ц/га возд. сух. массы /%						НММ, ц/га возд. сух. массы /% к НФМ
		злаки	бобовые	разно- травье	осоки	кустарники и полукустар- ники	всего	
Настоящая степь								
10	I	<u>24,0</u> 85,4	Нет	<u>4,0</u> 14,2	Нет	<u>0,1</u> 0,4	<u>28,1±1,45</u> 100,0	<u>5,6</u> 16,6
11	III	<u>2,5</u> 18,1	Нет	<u>9,1</u> 66,0	<u>1,7</u> 12,3	<u>0,5</u> 3,6	<u>13,8±0,60</u> 100,0	<u>5,3</u> 27,7
12	II – III	<u>6,8</u> 48,6	<u>4,2</u> 30,0	<u>3,0</u> 21,4	Нет	Нет	<u>14,0±0,87</u> 100,0	<u>3,9</u> 21,8
13	II – III	<u>2,8</u> 44,5	Нет	<u>0,8</u> 12,7	<u>2,1</u> 33,3	<u>0,6</u> 9,5	<u>6,3±0,57</u> 100,0	<u>0,2</u> 3,1
14	II	<u>14,8</u> 45,3	<u>1,0</u> 3,1	<u>16,0</u> 48,9	<u>0,8</u> 2,4	<u>0,1</u> 0,3	<u>32,7±1,69</u> 100,0	<u>4,6</u> 12,3
15	III	<u>0,7</u> 11,3	Нет	<u>3,5</u> 56,5	<u>0,3</u> 4,8	<u>1,7</u> 27,4	<u>6,2±0,45</u> 100,0	<u>2,7</u> 27,3
16	III – IV	<u>6,6</u> 36,5	<u>6,5</u> 35,9	<u>3,4</u> 18,8	Нет	<u>1,6</u> 8,8	<u>18,1±0,68</u> 100,0	<u>4,7</u> 20,6
17	IV	Нет	<u>3,2</u> 18,4	<u>14,2</u> 81,6	Нет	Нет	<u>17,4±0,74</u> 100,0	<u>Нет</u> Нет
Настоящая петрофитная степь								
18	III	<u>2,0</u> 27,8	<u>1,1</u> 15,3	<u>3,4</u> 47,2	<u>0,4</u> 5,5	<u>0,3</u> 4,2	<u>7,2±0,94</u> 100,0	<u>3,3</u> 37,1
19	III – IV	<u>2,0</u> 40,8	Нет	<u>1,9</u> 38,8	<u>0,4</u> 8,2	<u>0,6</u> 12,2	<u>4,9±0,67</u> 100	<u>4,0</u> 44,9
20	II – III	<u>0,7</u> 18,9	Нет	<u>2,3</u> 62,2	<u>0,6</u> 16,2	<u>0,1</u> 2,7	<u>3,7±0,88</u> 100,0	<u>Нет</u> Нет
Опустыненная петрофитная степь								
21	II – III	<u>0,4</u> 5,6	<u>0,8</u> 6,9	<u>6,0</u> 83,2	<u>0,1</u> 1,4	<u>0,2</u> 2,8	<u>7,2±0,48</u> 100,0	<u>Нет</u> Нет
22	II – III	<u>1,8</u> 46,1	Нет	<u>1,8</u> 46,1	Нет	<u>0,3</u> 7,8	<u>3,9±0,53</u> 100,0	<u>Нет</u> Нет

ordensis Peschkova. Весовая доля разнотравья изменяется от 12 до 82 %, при этом основную его часть составляют виды родов *Artemisia* L. и *Potentilla* L.

Участие бобового компонента в основном незначительно и представлено преимущественно видами из родов *Astragalus* L., *Oxytropis* DC. и *Hedysarum* L. Так, в условиях умеренного выпаса в осоково-тонконогово-полынном сообществе настоящей степи побеги *Hedysarum gmelinii* subsp. *setigerum* (Turcz. ex Fischer et Meyer) Kurbatsky отличались небольшой высотой и часто были обкусаны скотом. Несмотря на то, что у его особей сформировалось в среднем лишь по 1,7 генеративных и 7,2 слабых, вторично отрастающих вегетативных побегов, структура ценопопуляций оказалась полночленной, с максимумом на имматурных особях, что свидетельствует о хороших условиях для возобновления в прошлом году.

Чрезмерное скармливание степных пастбищ приводит к формированию переходных сообществ с ярко выраженной мозаичностью, обусловленной наличием ассоциаций, достигающих 0,3–1,0 га, с доминированием ядовитого длиннокорневищного бобового растения *Thermopsis mongolica*. Так, содержание бобовых в травостое полынно-ковыльно-термопсисового сообщества настоящей степи из-за разрастания *Thermopsis mongolica* достигает 36 % при густоте стояния побегов до 100–108 шт/м². Захват территории происходит в результате интенсивного вегетативного размножения и отсутствия конкуренции ввиду непопедимости этого вида скотом.

Развитие процессов деградации на степных пастбищах часто также сопровождается разрастанием дигрессионно устойчивой и небольшой по размерам *Carex duriuscula* С.А. Мей., на сильно выбитых участках велико участие многолетних плохо поедаемых и непопедимых видов растений, таких как *Heteropappus altaicus* (Willd.) Novopokr., *Achillea millefolium* L., *Potentilla anserina* L. и *P. fragarioides* L. Отметим усиление роли вредного растения *Stipa capillata* в луговых и особенно степных сообществах вплоть до

образования сплошных массивов с абсолютным доминированием в более влажном 2016 г. В 2017 г. в большинстве рассматриваемых сообществ его участие заметно снизилось.

В петрофитных настоящих и опустыненных степях при слабом общем проективном покрытии от 5–10 до 60 % в 2016 г. в надземной фитомассе более заметно выделялось весовое участие разнотравья (65–86 %), которое в основном было представлено *Convolvulus ammannii* Desr., *Potentilla astragalifolia* Bunge, *P. bifurca* L., *P. acaulis* L., *A. santolinifolia* Turcz. ex Bess. и *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Мей. Доля злаков меньше и составляет 6–46 %, более часто встречались *Stipa glareosa* P.A. Smirn., *Agropyron kazachstanicum* (Tzvelev) Peschkova, *Festuca valesiaca* Gaudin и *Koeleria cristata*. Засуха 2017 г. в большинстве рассматриваемых сообществ привела к снижению продуктивности злаков и разнотравья в 1,2–12,0 раза, в то же время наблюдалось увеличение участия кустарничков и полукустарничков, преимущественно за счет *Artemisia frigida* Willd., *Ceratoides papposa* Botsch. et Ikonn., *Kochia prostrata* (L.) Schrad., видов рода *Ephedra* L. и др. В петрофитных ценозах практически не обнаружился *Convolvulus ammannii*, часто создавший аспект в прошлом году. Лишь в осоково-горноколосниково-тонконоговом сообществе петрофитной степи масса зелёных побегов возросла в 2 раза, преимущественно за счет разрастания вегетативных побегов суккулента *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Мей.

Таким образом, основная часть природных кормовых угодий среднегорья Горного Алтая подвержена умеренному или усиленному выпасу животных. При этом в более влажном 2016 г. проявлялись черты как восстановительных сукцессий, так и процессов деградации. В засушливом 2017 г. выпас животных привёл к резкому усилению процессов пастбищной дигрессии.

ВЫВОДЫ

1. Обследование кормовых угодий среднегорья Республики Алтай показало, что большинство луговых и степных сообществ

находится на II – III стадиях пастбищной дигрессии. Запасы фитомассы зелёных побегов колебались в значительных пределах – от 4 до 75 ц/га воздушно-сухой массы, что во многом связано с природными особенностями местообитаний и с проявлением дигрессионных процессов. Особенно низкая продуктивность пастбищ наблюдалась в Курайской и Чуйской степях – 3,7–7,2 ц/га воздушно-сухой массы. Выпас сельскохозяйственных животных и сильная раннелетняя засуха 2017 г. способствовали усилению дигрессионных процессов и снижению живой надземной фитомассы природных кормовых угодий в 2,2–3,6 раза по

сравнению с прошлым более влажным годом, при этом в травостое возрастает доля мёртвой массы.

2. На примере многолетних бобовых растений *Astragalus austriacus*, *A. austrosibiricum*, *A. tibetanus*, *Hedysarum gmelinii*, *H. gmelinii* subsp. *setigerum* и *Oxytropis argentata* показано, что, несмотря на засушливые условия и высокую пастбищную нагрузку в 2017 г., они сохранились в травостое, и многие ценопопуляции могут успешно восстановиться при снижении или прекращении выпаса.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ (проект № 16-44-040204 p_a).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Модина Т.Д., Сухова М.Г. Климат и климатические ресурсы Алтая. – Новосибирск: Универ. кн. изд-во, 2007. – 180 с.
2. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния АН СССР, 1960. – 450 с.
3. Куминова А.В. Типы пастбищ Горного Алтая // Резервы кормопроизводства Горного Алтая. – Горно-Алтайск: Горно-Алт. отд-ние Алт. кн. изд-ва, 1975. – С. 70–83.
4. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Алтай в 2016 году / Правительство Республики Алтай, Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Республики Алтай. – Горно-Алтайск, 2017. – 125 с.
5. Подкорытов А.Т. Кормление и содержание овец в условиях Горного Алтая. – Ставрополь: ФГБНУ ВНИИОК, 2017. – 309 с.
6. Суртаева Л.И., Ладыгина А.П., Сальникова Е.А. Некоторые аспекты ведения отгонного животноводства на территории Кош-Агачского района // Аграр. пробл. Горного Алтая. – 2016. – № 4. – С. 63–66.
7. Горшкова А.А. Основные черты пастбищной дигрессии в степных сообществах Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 1983. – № 4. – С. 51–54.
8. Ершова Э.А. Антропогенная динамика растительности юга Средней Сибири: препринт. – Новосибирск, 1995. – 53 с.
9. Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Особенности функционирования травяных экосистем в сравнении с лесными и пустынными // Математическое моделирование в экологии. – М.: Наука, 1978. – С. 65–100.
10. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. – М.: Наука, 1993. – 293 с.
11. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляции как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
12. Работнов Т.А. Некоторые вопросы изучения фитоценозов как систем ценологических популяций // Журн. общ. биологии. – 1982. – Т. 43, № 2. – С. 168–174.
13. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука, 1988. – 184 с.
14. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. – М., 1950. – Т. 1. – С. 465–483.
15. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – 215 с.

REFERENCES

1. Modina T.D., Suhova M.G. *Klimat i klimaticheskie resursy Altaja* (Climate and climatic resources of Altai), Novosibirsk: Universal'noe knizhn. izd-vo, 2007, 180 p.
2. Kuminova A.V. *Rastitel'nyj pokrov Altaja* (Vegetation of Altai), Novosibirsk: Izd-vo Sib. otd-nija AN SSSR, 1960, 450 p.
3. Kuminova A.V. *Rezervy kormoproizvodstva Gornogo Altaja*, Gorno-Altajsk: Gorno-Altajsk. otd-nie Altajskogo knizhn. izd-va, 1975. pp. 70–83 (In Russ.)
4. *Doklad o sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Respubliki Altaj v 2016 godu*. Pravitel'stvo Respubliki Altaj, Ministerstvo prirodnyh resursov, jekologii i imushhestvennyh otnoshenij Respubliki Altaj (A report on the status and environmental protection Wednesday of the Altai Republic in the year 2016. The Government of the Altai Republic, Ministry of natural resources, the environment and property relations of the Republic of Altai), Gorno-Altajsk, 2017, 125 p.
5. Podkorytov A.T. *Kormlenie i sodержanie ovec v uslovijah Gornogo Altaja* (Feeding and maintenance of sheep in terms of mountain Altai) Stavropol': FGBNU VNIIOK, 2017, 309 p.
6. Surtaeva L.I., Ladygina A.P., Sal'nikova E.A. *Agrarnye problemy Gornogo Altaja*, 2016, No. 4. pp. 63–66. (In Russ.)
7. Gorshkova A.A. *Sibirskij vestnik sel'skohozjajstvennyh nauk*, 1983, No. 4, pp. 51–54. (In Russ.)
8. Ershova Je.A. *Antropogennaja dinamika rastitel'nosti juga Srednej Sibiri* (Anthropogenic vegetation dynamics of South Central Siberia), Novosibirsk, 1995, 53 p.
9. Bazilevich N.I., Titljanova A.A. In: *Matematicheskoe modelirovanie v jekologii* (Mathematical modeling in ecology), Moscow: Nauka, 1978, pp. 65–100. (In Russ.)
10. Bazilevich N.I. *Biologicheskaja produktivnost' jekosistem Severnoj Evrazii* (Biological productivity of ecosystems of Northern Eurasia), Moscow: Nauka, 1993, 293 p.
11. Uranov A.A., *Biologicheskie nauki*, 1975, No. 2, pp. 7–34. (In Russ.)
12. Rabotnov T.A., *Zhurnal obshhej biologii*, 1982, H. 43, No. 2, pp. 168–174. (In Russ.)
13. *Cenopopuljicii rastenij (oчерki populjacionnoj biologii)* (Plant tsenopopulation (essays on population biology), Moscow: Nauka, 1988, 184 p.
14. Rabotnov T.A. *Problemy botaniki* (Problems of Botany), Moscow, 1950, H. 1, pp. 465–483. (In Russ.)
15. *Cenopopuljicii rastenij (osnovnye ponjatija i struktura)* (Plant tsenopopulation (basic concepts and structure), Moscow: Nauka, 1976, 215 p.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В СВЕРХНИЗКИХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ НА ОПСОНОФАГОЦИТАРНУЮ РЕАКЦИЮ НЕЙТРОФИЛОВ

¹М.В. Лазарева, кандидат ветеринарных наук

²Н.А. Шкиль, доктор ветеринарных наук, профессор

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока СФНЦА РАН, п. Краснообск

Новосибирской обл., Россия

E-mail: lazareva_mv@nsau.edu.ru

Ключевые слова: опсонофагоцитарная реакция, нейтрофилы, гомеопатический препарат, оваринин, фагоцитирующая активность, фагоцитарное число, фагоцитарный индекс

Реферат. Показано влияние лекарственных веществ в сверхнизких концентрациях на показатели опсонофагоцитарной реакции (ОФР) нейтрофилов, таких как фагоцитарная активность нейтрофилов (ФА), фагоцитарное число (ФЧ), фагоцитарный индекс (ФИ), *in vitro*. Наибольший рост фагоцитарной активности отмечали относительно контрольной группы № 3 (плацебо-контроль) у *Creosotum* C30, Оваринина ($P < 0,01$). При изучении качественной характеристики опсонофагоцитарной реакции нейтрофилов – фагоцитарного числа – выявили, что наибольший показатель отмечается у Оваринина ($26,79 \pm 5,13$ м.т.), *Secale cornutum* C6 ($16,57 \pm 0,46$ м.т.), *Thuja* D3 ($15,58 \pm 1,30$ м.т.). При оценке фагоцитарного индекса в опсонофагоцитарной реакции установили ингибирующий эффект физиологического раствора ($1,64 \pm 0,07$ м.т.) относительно группы № 3 плацебо-контроль ($2,42 \pm 0,21$ м.т.) на 32,23 %. Наибольший ФИ отмечен у Оваринина ($26,79 \pm 5,13$ м.т.), *Secale cornutum* C6 ($15,16 \pm 0,31$ м.т.), *Thuja* D3 ($14,07 \pm 2,81$ м.т.). Выявленные закономерности отмечают, что наименьшие показатели клеточного иммунитета (ФА, ФЧ, ФИ) установлены у *Platinum* C6, ФЧ и ФИ – у *Lilium tigrinum* C12. Наибольшие показатели ОФР отмечены у комплексного препарата Оваринин, который включает *Apis mellifica* C12, *Pulsatilla pratensis* C30, *Sulfur* C200, *Sepia* C6, *Creazotum* C30, *Lachesis* C12. Оваринин характеризуется ростом показателей ФА – на 9,65 %, ФЧ – на 997,95, ФИ – на 1106,76 % относительно группы контроля № 1 с лактозой.

IMPACT OF ULTIMATELY LOW CONCENTRATIONS OF MEDICINES ON THE OPSONOCYTOPHAGIC RESPONSE OF NEUTROPHILS

¹Lazareva M.V., Candidate of Veterinary Sc.

²Shkil N.A., Doctor of Veterinary Sc., Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Institute of Experimental Veterinary Science in Siberia and the Far East, SFRCA RAS

Key words: opsonocytaphagic reaction, neutrophils, homeopathic specimen, ovarinine, phagocytic activity, phagocytic number, phagocytic index.

Abstract. The paper shows the impact of ultra-low concentrations of medical specimens on neutrophil opsonocytaphagic reaction (ORR) parameters, such as phagocytic activity of neutrophils (PA), phagocytic number (PN), phagocytic index (PI), *in vitro*. The researchers observed the highest phagocytic activity in the control group 3 (placebo-control) in *Creosotum* C30 and, Ovarinine ($P < 0.01$). When exploring the qualitative parameters of neutrophil opsonophagocytic reaction - phagocytic

number – the authors observed the highest index in Ovarinine (26.79 ± 5.13 m.t.), Secale cornutum C6 (16.57 ± 0.46 m.t.) and Thuja D3 (15.58 ± 1.30 m.t.). When estimating the phagocytic index in opsonophagocytic reaction, the inhibitory effect of saline solution (1.64 ± 0.07 m.t.) was observed in relation to the placebo-control group No. 3 (2.42 ± 0.21 m.t.) on 32.23%. The regularities revealed show that the lowest indexes of cellular immunity (FA, FF, FI) are established in Platinum C6; FF and FI – in Lilium tigrinum C12. The highest parameters of opsonocytophagic reaction were observed in the complex specimen Ovarinine, which includes Apis mellifera C12, Pulsatilla pratensis C30, Sulfur C200, Sepia C6, Creazotum C30, Lachesis C12. Ovarinine is characterized by 9.65% increase in phagocytic activity, 997.95% in phagocytic number and 1106.76% in phagocytic index in comparison with the control group 1 with lactose.

Одними из главных клеток врожденного иммунитета являются нейтрофилы, осуществляющие первую линию защиты от инфекции. В основе их защитной функции лежит фагоцитарный процесс, который заключается в их способности распознавать, поглощать, убивать и переваривать микробные клетки, что играет важную роль в поддержании гомеостаза. Фагоцитоз возможен только после опсонизации антителами. Функцию опсонов могут выполнять антитела или комплемент, которые воздействуют на микроорганизм, снижая его подвижность и подготавливая к фагоцитозу [1].

Лекарственное вещество в сверхнизких концентрациях (гомеопатическое лекарственное средство) способно устранять симптомы и лежащие в основе этих симптомов патофизиологические и патоморфологические реакции, подобные которым оно само способно вызывать в неразведенном состоянии или низких разведениях у здоровых животных. Принцип «малых доз» (принцип высокого разведения) основан на том, что действие высокого разведения вещества противоположно действию его в неразведенном виде или в низком разведении. Снижение концентрации действующего вещества происходит постепенно в процессе приготовления гомеопатического лекарства [2].

Гомеопатический препарат – это лекарственное средство, представляющее коллективное состояние энергоинформационных характеристик атомов микроэлементов и биомолекул исходного вещества растительного, минерального и животного происхождения, обеспечивающее через биорезонансный эффект гармонизацию биопроцессов в организ-

ме. Сырьем для гомеопатии являются лекарственные растения, минералы, металлы, органические и неорганические кислоты, ткани животных [2, 3].

В настоящее время довольно перспективно использование гомеопатических препаратов, получивших широкое распространение в отдельных отраслях медицины и ветеринарии [3–8]. Гомеопатические препараты оказывают стимулирующее влияние на кроветворение, нормализуют обменные процессы в организме животных, где изменения в морфофункциональном и биохимическом составе крови носят более выраженный характер и достигают значений физиологической нормы. Доказана эффективность сочетанного применения гормональных препаратов с гомеопатическими, обладающими мягкой и эффективной нейро-гормонорегулирующей активностью, что профилактирует развитие кистозных образований яичников при гормональном дисбалансе [9, 10].

Гомеопатические лекарственные средства оказывают разнонаправленное влияние на показатели клеточного иммунитета. Вещества в малых и сверхмалых дозах оказывают опосредованное цитокининдуцирующее действие – способность компонентов, входящих в состав препарата, в сверхмалых дозах влиять на выработку цитокинов – полипептидных медиаторов межклеточного взаимодействия, которые регулируют течение всех нормальных физиологических и патологических процессов в организме. Цитокины управляют развитием и гомеостазом иммунной системы, осуществляют контроль за ростом и дифференцировкой клеток крови (гемопоз), реализуют неспецифические за-

щитные реакции организма (воспалительные процессы, свертывание крови, кровяное давление, процессы регенерации). Под действием цитокинов происходит усиление хемотаксиса и фагоцитоза, повышается проницаемость сосудистой стенки, цитотоксическая и бактерицидная активность макрофагов и нейтрофилов в очаге воспаления [11]. Клетки белой крови (гранулоциты и в меньшей степени моноциты) способны *in vitro* и *in vivo* поглощать, а часто и разрушать чужеродные частицы с помощью своих ферментов.

Цель исследований – оценить влияние лекарственных веществ в сверхнизких концентрациях на показатели опсонофагоцитарной реакции (ОФР) нейтрофилов *in vitro*.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценку влияния гомеопатических средств на опсонофагоцитарную реакцию нейтрофилов *in vitro* проводили согласно методике «Оценка естественной резистентности сельскохозяйственных животных» [12], включающей изучение фагоцитирующей активности нейтрофилов (ФА), фагоцитарного числа (ФЧ), фагоцитарного индекса (ФИ). Для исследований были использованы готовые формы лекарственных веществ (ГОСТ 7060–79) производства ООО «ГМСЦ» г. Новосибирск.

В экспериментах использовали фармакопейные разведения веществ, применяемых в сверхнизких концентрациях: D3 – 10^{-3} г/мл; C6 – 10^{-12} г/мл; C12 – 10^{-24} г/мл.

Для изучения влияния гомеопатических лекарственных средств на показатели ОФР нейтрофилов *in vitro* использовали лейкоцитарную взвесь в объеме 1 мл, к которой добавляли 0,25 мл препаратов Sepia C6, Thuja D3, Thuja C12, Secale cornutum C6, Platina C6, Lilium tigrinum C12, Creosotum C30, а также композицию из различных гомеопатических средств (Оваринин). Разработанный в ГНУ ИЭВСиДВ образец гомеопатического препарата Оваринин для лечения акушерско-гинекологических заболеваний животных содержит стериль-

ные водные растворы Apis mellifica C12, Pulsatilla pratensis C30, Sulfur C200, Sepia C6, Creazotum C30, Lachesis C12, взятые в равных соотношениях.

Пробирки помещали в термостат на 3 ч. при 37°C. Затем вносили взвесь микробных тел референтного штамма *Staphylococcus albus* № 182 по 0,25 мл, содержащую 1 млрд КОЕ/ 1 мл. Пробирки помещали в термостат на 1 ч при 37°C. После инкубации мазки крови фиксировали в течение 3 мин и окрашивали в течение 10 мин фиксатором-красителем эозин-метиленовый синий по Май-Грюнвальду. В контрольных группах были использованы индифферентные вещества – лактоза и 0,85 %-й водный раствор NaCl. Контрольная группа № 1 включала в себя 1 крупинку, контрольная группа № 2 – 0,85 %-й водный раствор NaCl, контрольная группа № 3 – плацебо-контроль.

Материалы исследования обработаны методом вариационной статистики с определением критерия достоверности по Стьюденту [13]. Статистическую обработку данных проводили в программе Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали наибольший рост фагоцитарной активности относительно контрольной группы № 3 у Creosotum C30, Оваринина ($P < 0,01$), Thuja D3, Secale cornutum C6, Platinum C6 ($P < 0,05$) (табл. 1). Относительно контрольной группы № 2 рост ФА наблюдался у Creosotum C30, Оваринина ($P < 0,01$), Lilium tigrinum C12 ($P < 0,05$).

В контрольных группах № 1 и № 2 отмечено снижение ФА на 4,0 и 7,2 % соответственно, что говорит об отсутствии стимулирующего эффекта у индифферентных веществ.

Изучение качественной характеристики опсонофагоцитарной реакции нейтрофилов – фагоцитарного числа выявило, что наибольший показатель отмечен у Оваринина ($26,79 \pm 5,13$ м.т.), Secale cornutum C6 ($16,57 \pm 0,46$ м.т.), Thuja D3 ($15,58 \pm 1,30$ м.т.)

Таблица 1

Влияние гомеопатических препаратов на ФА нейтрофилов в опсонофагоцитарной реакции
Impact of homeopathic specimens on phagocytic activity of neutrophils in opsonocytophagic reaction

Препарат, степень разведения	ФА, %	Контрольные группы		
		№ 1	№ 2	№ 3
Sepia C6	93,2 ± 1,02	-	-	-
Thuja C12	92,4 ± 1,17	-	-	-
Thuja D3	90,0 ± 1,41	-	-	*
Secale cornutum C6	91,6 ± 0,75	-	-	*
Platinum C6	88,4 ± 1,94	-	-	*
Lilium tigrinum C12	98,4 ± 1,17	*	*	-
Creosotum C30	100,0 ± 0,0	*	**	**
Оваринин	100,0 ± 0,0	*	**	**
Контроль № 1	91,2 ± 2,06			
Контроль № 2	88,0 ± 2,09			
Контроль № 3	95,2 ± 0,8			

Примечание. Здесь и далее – степень достоверности различных опытных групп в отношении к контрольным: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

Note: hereinafter – credibility of different experimental groups in relation to the control ones: * P<0,05; ** P<0,01; *** P<0,001.

(табл. 2). Наименьший показатель был у Platinum C6 (7,14±1,45 м.т.) и Lilium tigrinum C12 (9,76±0,14 м.т.).

В контрольной группе № 2 (1,86±0,07 м.т.) показатель ФЧ был ниже показателя групп

пы плацебо-контроля (2,55 ± 0,23 м.т.) на 27,35 %, т.е. NaCl оказывал выраженное ингибирующее влияние. В контрольной группе № 1 показатель ФЧ незначительно снижен – на 4,31 %.

Таблица 2

Влияние гомеопатических препаратов на ФЧ нейтрофилов в опсонофагоцитарной реакции
Impact of homeopathic specimens on phagocytic number of neutrophils in opsonocytophagic reaction

Препарат, степень разведения	ФЧ, м.т.	Контрольные группы		
		№ 1	№ 2	№ 3
Sepia C6	14,46 ± 0,68	***	***	***
Thuja C12	13,96 ± 0,72	***	***	***
Thuja D3	15,58 ± 1,30	***	***	***
Secale cornutum C6	16,57 ± 0,46	***	***	***
Platinum C6	7,14 ± 1,45	*	**	*
Lilium tigrinum C12	9,76 ± 0,14	***	***	***
Creosotum C30	14,04 ± 0,69	***	***	***
Оваринин	26,79 ± 5,13	**	**	**
Контроль № 1	2,44 ± 0,08			
Контроль № 2	1,86 ± 0,07			
Контроль № 3	2,55 ± 0,23			

При оценке фагоцитарного индекса в опсонофагоцитарной реакции установили ингибирующий эффект физиологического раствора (1,64±0,07 м.т.) относительно группы № 3 плацебо-контроль (2,42±0,21 м.т.) на 32,23 % (табл. 3). Ингибирующий эффект лактозы

в группе № 1 по показателям ФИ составил 8,26 % относительно группы № 3.

Наибольший ФИ отмечен у Оваринина (26,79±5,13 м.т.), Secale cornutum C6 (15,16±0,31 м.т.), Thuja D3 (14,07±2,81 м.т.), наименьший – у Platinum C6 (8,09±0,77 м.т.), Lilium tigrinum C12 (9,60±0,15 м.т.).

Таблица 3

Влияние гомеопатических препаратов на показатели ФИ нейтрофилов в опсонофагоцитарной реакции
Impact of homeopathic specimens on phagocytic index of neutrophils in opsonocytophagic reaction

Препарат, степень разведения	ФИ, м. т.	Контрольные группы		
		№ 1	№ 2	№ 3
Sepia C6	13,46 ± 0,52	***	***	***
Thuja C12	12,88 ± 0,61	***	***	***
Thuja D3	14,07 ± 2,81	**	**	**
Secale cornutum C6	15,16 ± 0,31	***	***	***
Platinum C6	8,09 ± 0,77	***	***	***
Lilium tigrinum C12	9,60 ± 0,15	***	***	***
Creosotum C30	14,04 ± 0,69	***	***	***
Оваринин	26,79 ± 5,13	**	**	**
Контроль № 1	2,22 ± 0,09			
Контроль № 2	1,64 ± 0,07			
Контроль № 3	2,42 ± 0,21			

Изучая показатели ОФР нейтрофилов после контакта с гомеопатическими лекарственными веществами относительно группы плацебо-контроля, выявили увеличение ФА Оваринина и Creosotum C30 на 9,65 %, Lilium tigrinum C12 – на 7,89 % (табл. 4).

Выраженный рост показателей ФЧ отмечен у Оваринина – на 997,95 %, Secale cornutum C6 – на 579,09, Thuja D3 – на 538,52, Sepia C6 – на 492,62, Creosotum C30 – на 475,41 %.

Рост показателей клеточного иммунитета ФИ нейтрофилов наблюдали при воздействии Оваринина на 1106,76 %, Secale cornutum C6 – на 582,88, Thuja D3 – на 533,78, Creosotum C30 – на 532,43 %, Sepia C6 – на 506,31 %.

У 2 (25,0 %) исследуемых препаратов отмечено снижение показателя ФА при увеличении интенсивности фагоцитоза, проявляющегося в росте количества поглощённых микробных клеток (ФЧ и ФИ).

Таблица 4

Показатели ОФР нейтрофилов после контакта с гомеопатическими лекарственными веществами относительно контрольной группы № 1 с лактозой, %

Parameters of opsonocytophagic reaction after application of homeopathic medicines in relation to control group 1 with lactose, %

Препарат, степень разведения	Показатель ОФР		
	ФА	ФЧ	ФИ
Sepia C6	2,19	492,62	506,31
Thuja C12	1,32	472,13	480,18
Thuja D3	- 1,32	538,52	533,78
Secale cornutum C6	0,44	579,09	582,88
Platinum C6	- 3,07	192,62	264,41
Lilium tigrinum C12	7,89	300,0	332,43
Creosotum C30	9,65	475,41	532,43
Оваринин	9,65	997,95	1106,76

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования выявили выраженный ингибирующий эффект NaCl на показатели клеточного иммунитета (ФА, ФЧ, ФИ) относительно контрольной группы плацебо-контроль на 7,20; 27,35; 32,23 % соответственно.

1. Результаты изучения влияния различных гомеопатических средств на показатели опсонофагоцитарной реакции нейтрофилов *in vitro* показали, что гомеопатические препараты оказывают выраженное стимулирующее влияние на показатели ФЧ и ФИ, ко-

торые отражают фагоцитарную активность нейтрофилов.

2. Наименьшие показатели клеточного иммунитета (ФА, ФЧ, ФИ) установлены у Platinum С6, ФЧ и ФИ – у *Lilium tigrinum* С12.

3. Наибольшие показатели ОФР отмечены у комплексного препарата Оваринин, ко-

торый включает *Apis mellifica* С12, *Pulsatilla pratensis* С30, *Sulfur* С200, *Sepia* С6, *Creazotum* С30, *Lachesis* С12. Оваринин характеризуется ростом показателей ФА – на 9,65 %, ФЧ – на 997,95, ФИ – на 1106,76 % относительно группы контроля № 1 с лактозой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Скачкова Н.К. Современное представление о фагоцитозе // Лабораторная диагностика. – 2012. – № 3. – С. 58–64.
2. Сошенко Л.П., Кухарская А.Г. Современная ветеринарная гомеопатия. – М., 2008. – 126 с.
3. Славецкая М.Б., Капай Н.А. Сверхмалые дозы биологически активных веществ как основа лекарственных препаратов. – М., 2011. – 170 с.
4. Соколов В.Д., Комиссаренко А.А., Новосадыук Т.В. Гомеопатия – перспективное направление фармакологии // Междунар. вестн. ветеринарии. – 2005. – № 2. – С. 62–68.
5. Дроздник В.А., Бочкарев В.Н. Коррекция патологических процессов при экспериментальном эндометрите у собак гомеопатическим препаратом мастометрин // Ветеринарная патология. – 2009. – № 4. – С. 60–65.
6. Кочуева Н.А., Оленчук Е.Н., Степанова А.С. Применение отечественных ветеринарных гомеопатических препаратов для повышения продуктивности животных // Вестник ветеринарии. – 2011. – № 4. – С. 133–134.
7. Филатова Е.В., Шкиль Н.Н. Изменение антибиотикочувствительности выделенной микрофлоры при терапии маститов у коров // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 4. – С. 78–80.
8. Шкиль Н.Н., Филатова Е.В. Применение лекарственных веществ в сверхнизких концентрациях при лечении мастита коров // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2013. – № 4. – С. 46–51.
9. Изучение эффекта стимуляции яичников крыс препаратами Оваринин и Фоллигон / Н.Н. Шкиль, М.Ю. Соколов, Ю.И. Смолянинов [и др.] // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 1. – С. 51–58.
10. Изучение действия гомеопатического препарата при стимуляции яичников крыс / Н.Ю. Беляева, М.Ю. Соколов, С.П. Шкиль [и др.] // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. – 2013. – С. 351–353.
11. Славецкая М.Б. Взаимосвязь гомеопатии со сверхмалыми дозами биологически активных веществ // Междунар. вестн. ветеринарии. – 2010. – № 4. – С. 45–49.
12. Оценка естественной резистентности сельскохозяйственных животных: метод. рекомендации / П.Н. Смирнов, М.И. Гулюкин, Ю.Н. Федоров, В.В. Храмцов [и др.]. – Новосибирск: Россельхозакадемия, Сиб. отд-ние, ГНУ ИЭВСиДВ, ГНУ ВИЭВ, ФГОУ НРИПК АПК МСХ РФ, НГАУ, 2003. – 32 с.
13. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.

REFERENCES

1. Skachkova N. K. *Laboratornaya diagnostika*, 2012, No. 3. – pp. 58–64. (In Russ.)
2. Soshenko L. P., Kuharskaya A. G. *Sovremennaya veterinarnaya gomeopatiya* (Modern veterinary homeopathy), Moscow, 2008, 126 p.
3. Slaveckaya M. B., Kapaj N. A. *Sverhmalye dozy biologicheskii aktivnykh veshchestv kak osnova lekarstvennykh preparatov* (Midget doses of biologically active agents as basis of medicines), Moscow, 2011, 170 p.
4. Sokolov V. D., Komissarenko A. A., Novosadyuk T. V. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*, 2005, No. 2, pp. 62–68. (In Russ.)
5. Drozdник V. A., Bochkarev V. N. *Veterinarnaya patologiya*, 2009, No. 4, pp. 60–65. (In Russ.)
6. Kochueva N. A., Olenchuk E. N., Stepanova A. S. *Vestnik veterinarii*, 2011, No. 4, pp. 133–134. (In Russ.)
7. Filatova E. V., Shkil N. N. *Vestnik NGAU*, 2012, No. 4, pp. 78–80. (In Russ.)

8. Shkil N. N., Filatova E. V. *Sibirskij vestnik selskohozyajstvennoj nauki*, 2013, No. 4, pp. 46–51. (In Russ.)
9. Shkil N. N., Sokolov M. Yu., Smolyaninov Yu. I., Belyaeva N. Yu. *Sibirskij vestnik selskohozyajstvennoj nauki*, 2016, No. 1, pp. 51–58. (In Russ.)
10. Belyaeva N. Yu., Sokolov M. Yu., Shkil S. P., Silanteva A. D., Shkil N. N. *Agrarnaya nauka – selskomu hozyajstvu: sbornik statej v 3 knigah*, 2013, pp. 351–353. (In Russ.)
11. Slaveckaya, M. B. *Mezhdunarodnyj vestnik veterinarii*, 2010, No. 4, pp. 45–49. (In Russ.)
12. 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: Rossel'khozakademiya, Sib. otd-nie, GNU IEVSiDV, GNU VIEV, FGOU NRIPK APK MSKh RF, NGAU, 2003, 32 p.
13. Lakin G. F. *Biometriya* (Biometrics), Moscow: Vysshaya shkola, 1980, 293 p.

ПРОДУКТИВНОСТЬ БИНАРНОЙ ТРАВОСМЕСИ НА ОСНОВЕ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФОНА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

¹В.Ю. Листков, кандидат сельскохозяйственных наук

²А.Ф. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Сибирский университет потребительской кооперации,
Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия
E-mail: sirba78@mail.ru

Ключевые слова: люцерна, би-
нарная травосмесь, покровные
культуры, удобрение почвы,
питательность, урожайность

Реферат. Исследования проведены с целью выявления зависимости продуктивности бинарной травосмеси от фона минерального питания. Гипотезой послужило предположение о том, что питательная ценность одних и тех же кормов существенным образом зависит от фона минерального питания кормовых трав. В соответствии с поставленной целью определена задача: проанализировать влияние минеральных удобрений на продуктивность и питательность кормовой массы бинарной травосмеси, высеянной под покров. Объект исследования – бинарная травосмесь на основе люцерны (люцерна + эспарцет). Посев осуществлялся под покров ячменя и горчицы на двух минеральных фонах: контроль (без удобрения) и удобрённый. Удобрения вносили за день до посева. Учет урожайности и оценку качества убираемой массы проводили в оптимальный для этого срок – фазу бутонизации люцерны. В условиях двухлетнего производственно-хозяйственного опыта было доказано, что в лесостепной зоне Новосибирской области бинарные травосмеси на основе люцерны целесообразно высевать под покров горчицы с уменьшенной на 25 % нормой посева и вносить минеральное удобрение в дозе $N_{23}P_{60}K_{60}$. В этом варианте был получен максимальный выход обменной энергии в сухом веществе (37 ГДж/га). Отмечена положительная тенденция по сбору с 1 га кормовых единиц (2,14 т), переваримого протеина (0,35 т), а также по урожайности сухой (3,58 т) и зеленой массы (13,7 т).

PRODUCTIVITY OF MEDIC BINAR GRASS MIXTURE IN RELATION TO MINERAL NUTRITION

¹Listkov V.Iu., Candidate of Agriculture

²Petrov A.F., Candidate of Agriculture

¹Siberian University of Consumer Cooperation, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: Medicago, binary grass mixture, nurse crops, fertilizing, nutrient value, crop yield.

Abstract. The research explores the relation between productivity of binary grass mixture and mineral nutrition. The hypothesis assumes that nutrient value of the same forage depends on mineral nutrition of forage grasses. According to purpose of research, the authors specified the task which is seen to analyze the impact of mineral fertilizers on productivity and nutrition of forage mass of binary grass mixture sown under the cover. The object of the research is a binary grass mixture based on alfalfa (Medicago + sainfoin). Sowing was carried out under the barley and Sinapis cover on two mineral backgrounds: control (without fertilizers) and fertilized. Fertilizers were applied the day before sowing. Crop yield and the quality of harvested mass were assessed in the appropriate period which was the stage of Medicago budding. Two-year industrial and economic experiment highlighted necessity and efficiency of sowing

Medicago binar grass mixtures under Sinapis cover with 25% lower sowing rate and apply mineral fertilizers dosed as N23P60K60 in the forest-steppe of Novosibirsk region. This application contributed to the highest output of metabolic energy in dry matter (37 GJ/ha). The authors observed a positive tendency on harvesting from 1 ha of fodder units (2.14 tons), digestible protein (0.35 tons), as well as the yield of dry (3.58 tons) and green mass (13.7 tons). In this variant the authors observed the highest output of metabolic energy in dry matter (37 GJ/ha). There was a positive tendency to harvest fodder units (2.14 tons), digestible protein (0.35 tons) pro 1 ha and get dry (3.58 tons) and green mass (13.7 tons).

Одним из ключевых факторов обеспечения максимальной продуктивности животных является их полноценное и сбалансированное кормление.

Корма из многолетних трав позволяют обеспечить животноводство дешевыми и доступными питательными веществами. Особую биологическую ценность в этом отношении имеют бобовые травы – как многолетние, так и однолетние [1]. Благодаря особому симбиозу с бактериями рода *Rhizobium* они обогащают почву минеральным азотом, повышают её плодородие.

Помимо положительного влияния на почву, многолетние бобовые культуры (особенно их смеси) зарекомендовали себя как ценный источник переваримого протеина, различных макро- и микроэлементов. Кроме того, бобовые являются сырьем для производства высокопитательных кормов. Так, зеленая масса лядвенца рогатого содержит 3,06, а сено бобовых трав – от 6,9 до 7,4 МДж обменной энергии [2–4].

Одним из способов формирования кормовой базы со стабильной продуктивностью кормовых культур является создание искусственных многолетних агрофитоценозов из смеси бобовых трав, позволяющих эффективно балансировать рационы, состоящие из сенажа, сена, силоса [5–8].

В условиях Новосибирской области весьма широко распространена в сеяных многолетних травостоях люцерна, несколько меньше эспарцет песчаный. Н. И. Кашеваров и др. [9], Г. С. Егорова и др. [10], Т. М. Слободяник и др. [11], В. И. Гасиев и др. [12] отмечают высокую кормовую ценность эспарцета, обладающего высокой кормовой продуктивностью и не вызывающего тимпанию у скота, а по продуктивному долголетию, семенной продуктивности, устойчивости к засухе превос-

ходящего клевер и люцерну. По этой причине эспарцет заслуживает внимания как компонент для бинарной травосмеси.

Цель исследования – выявить зависимость продуктивности бинарной травосмеси от фона минерального питания в условиях лесостепной зоны Новосибирской области. Гипотезой послужило предположение о том, что питательная ценность одних и тех же кормов существенным образом зависит от физико-химических свойств почвы, в частности от минерального питания кормовых трав.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Зависимость питательности бинарной травосмеси на основе люцерны от минерального фона почвы исследовали в ходе производственно-хозяйственного опыта на полях К(Ф)Х «Арышев Ю.В.» (с. Прокудское Коченёвского района Новосибирской области) в период с 2016 по 2018 г. Почвы опытного поля – лугово-черноземные среднесуглинистые, содержание гумуса 3,9% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота – 0,167%, подвижных форм фосфора – 26,1 (по Кирсанову), обменного калия – 9,5 мг/100 г (по Масловой), сумма поглощенных оснований – 38 мг-экв/100 г, рН_{сол} 5,3–5,9. Опытные участки были заложены в 2017 г. Основу травостоя составляла люцерна гибридная сорта Флора 7. В качестве второго компонента бинарной смеси использовался эспарцет песчаный сорта СибНИИК-30. Норма высева культур составила по 3,5 млн всхожих семян каждого вида на 1 га. Травы высевались под покров горчицы и ячменя со сниженной на 25% нормой высева покровных культур [4].

Агротехника в опытах – общепринятая для возделывания многолетних трав: предше-

ственник – пшеница яровая, основная обработка – вспашка, боронование дисковыми боровами БДТ-3, предпосевная культивация и боронование, прикатывание, посев сеялкой СЗТ-3,6. Удобрение опытных участков производилось диаммофоской ($N_{10}P_{26}K_{26}$) нормой $N_{23}P_{60}K_{60}$.

Учеты и наблюдения осуществлялись согласно методике проведения полевых опытов Б. А. Доспехова. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили при

помощи приложения Microsoft Office Excel 2010 и Statgraphics Plus Professional 16.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для оценки влияния фона минерального питания растений целесообразно проанализировать общую продуктивность бинарной травосмеси на основе люцерны (табл. 1).

Таблица 1

Продуктивность 1 га посевов бинарной травосмеси на основе люцерны в зависимости от покровной культуры и фона минерального питания
Productivity of 1 hectare of Medicago binary grass mixture in relation to the nurse crop and mineral nutrition

Покровная культура	Зеленая масса, т	Сухая масса, т	Кормовые единицы, т	Переваримый протеин, кг	Обменная энергия, ГДж
<i>Контроль (без удобрений)</i>					
Ячмень	7,89	1,99	1,25	179	19,9
Горчица	12,95	3,27	1,99	338	33,0
Без покрова	11,77	2,98	1,75	273	29,5
<i>$N_{23}P_{60}K_{60}$</i>					
Ячмень	8,31	2,12	1,32	184	21,3
к контролю, %	5,32	6,53	5,52	2,79	7,04
Горчица	13,75	3,58	2,14	352	37,0
к контролю, %	6,18	9,48	7,74	4,14	12,12
Без покрова	12,20	3,17	1,81	280	30,2
к контролю, %	3,65	6,38	3,43	2,56	2,37
НСР ₀₅	0,48	0,18	175	7	1,21

Анализ данных таблицы позволил установить положительное влияние удобрения на продуктивность посевов во всех вариантах. Стоит отметить, что лучший технологический прием возделывания бинарной травосмеси на основе люцерны – посев под покров горчицы с использованием комплексного удобрения в дозе $N_{23}P_{60}K_{60}$. Общая продуктивность данного варианта превзошла контрольный на 6,18 и 9,48 % соответственно по урожайности зеленой и сухой массы, а также по сбору кормовых единиц, переваримого протеина и обменной энергии в среднем на 8 %.

Далее была проведена оценка влияния фона минерального питания растений на изменение содержания основных питательных веществ в кормовой массе трав (табл. 2).

Анализ результатов опыта показывает, что питательная ценность зеленой массы бинарной травосмеси на основе люцерны в пересчете на сухое вещество изменяется в зависимости от вида покровной культуры и минерального фона почвы.

Все три варианта посева на удобренных участках имеют схожую тенденцию. Так, уровень сырого протеина в 1 кг сухой массы травосмеси увеличился на 2,7–4,8 %. При этом максимальное увеличение наблюдалось при использовании в качестве покровной культуры горчицы, а минимальное – при использовании ячменя. Содержание протеина составило 16,2 % при использовании в качестве покровной культуры горчицы.

Значительное увеличение количества сырого жира в сухом веществе произошло в ва-

Таблица 2

Содержание питательных веществ в сухой массе бинарной травосмеси (люцерна + эспарцет) в зависимости от покровной культуры и фона минерального питания, %
Concentration of nutrients in the dry mass of binary grass mixture (Medicago + sainfoin) in relation to the nurse crop and mineral nutrition, %

Покровная культура	Протеин	Жир	Клетчатка	Зола	БЭВ
<i>Контроль (без удобрений)</i>					
Ячмень	13,55	2,00	22,00	8,20	45,79
Горчица	15,47	2,03	21,69	9,00	43,21
Без покрова	14,02	1,97	22,00	8,19	45,81
<i>N₂₃P₆₀K₆₀</i>					
Ячмень	13,91	2,14	21,42	8,25	46,00
к контролю, %	2,66	7,00	-2,64	0,61	0,46
Горчица	16,21	2,15	19,95	9,10	45,31
к контролю, %	4,78	5,91	-8,02	1,11	4,86
Без покрова	14,59	2,05	20,81	8,69	46,10
к контролю, %	4,07	4,06	-5,41	6,11	0,63
НСР ₀₅	0,48	0,03	0,54	0,39	0,35

риантах с внесением удобрений – на 4,1–7,0 % по сравнению с неудобренным контролем. По данному показателю максимальный прирост отмечается при использовании в качестве покровной культуры ячменя.

Весьма характерной является тенденция к снижению уровня клетчатки в сухом веществе бинарной травосмеси при увеличении содержания в ней протеина. Так, максимальное количество клетчатки содержалось в сухом веществе травосмеси на неудобренных участках (22 %) при использовании в качестве покровной культуры ячменя и при посеве без покрова. Благодаря внесению в почву N₂₃P₆₀K₆₀ наблюдалось снижение содержания клетчатки на 2,6 % под покровом ячменя, на 8,0 – под покровом горчицы и на 5,4 % – в беспокровных посевах.

Отмечено влияние покровной культуры на содержание сырой золы. Внесение удобрений привело к его увеличению под покровом ячменя и горчицы соответственно на 0,61 и 1,1 %, а в беспокровном посеве – на 6,1 %. Следовательно, покровная культура препятствует накоплению зольных элементов в зеленой массе многолетних трав.

Интересен тот факт, что на удобренном участке под покровом горчицы содержание БЭВ повысилось на 4,9 %. Для сравнения: под покровом ячменя и без покрова содержа-

ние БЭВ выросло в среднем на 0,5 %. Данный факт требует дальнейшего изучения.

В основе полноценного кормления сельскохозяйственных животных лежит получение высокопитательных кормов. Качество корма зависит от ряда показателей, характеризующих питательность: содержания переваримого протеина и обменной энергии. Н. В. Соболева и др. [5, 11, 13] указывают на наличие следующей зависимости: чем лучше обеспеченность растений питательными веществами, тем выше их энергетическая ценность.

Показатели питательной ценности кормовой массы бинарной травосмеси на основе люцерны в зависимости от фона минерального питания приведены в табл. 3.

Полученные данные не позволяют определить однозначное влияние удобрения и покровной культуры на содержание кормовых единиц и обменной энергии. Следует отметить, что внесение минеральных удобрений под бинарную травосмесь не влияет на содержание кормовых единиц в сухой массе и приводит к незначительному увеличению обменной энергии (в среднем на 2 %). Достоверно можно утверждать о фактическом отсутствии влияния покровной культуры и удобренного фона на содержание в сухой массе кормовых единиц.

Таблица 3

Питательность сухой массы бинарной травосмеси (люцерна + эспарцет) в зависимости от покровной культуры и фона минерального питания
Nutrition value of dry mass of binary grass mixture (Medicago+ sainfoin) in relation to the nurse crop and mineral nutrition

Покровная культура	Урожайность сухой массы, т/га	В 1 кг сухого вещества содержится		
		кормовых единиц	ОЭ, МДж	переваримого протеина, г
Контроль (без удобрений)				
Ячмень	1,99	0,60	10,1	92,0
Горчица	3,27	0,61	10,1	104,1
Без покрова	2,98	0,59	9,9	94,1
$N_{23}P_{60}K_{60}$				
Ячмень	2,12	0,61	10,2	94,3
к контролю,%	6,53	1,67	0,99	2,50
Горчица	3,58	0,62	10,4	111,2
к контролю,%	9,48	3,33	2,97	6,82
Без покрова	3,17	0,61	10,3	96,4
к контролю,%	6,38	1,67	1,98	2,44
НСР ₀₅	0.18	0.03	0.13	2.8

ВЫВОДЫ

1. В лесостепной зоне Новосибирской области бинарные травосмеси на основе люцерны целесообразно высевать под покров горчицы с уменьшенной на 25 % нормой посева и внести минеральное удобрение в дозе N₂₃P₆₀K₆₀.

2. При соблюдении общепринятой агротехники возделывания многолетних трав в Сибири и рекомендуемых технологических параметров возможно получать с 1 га посева до 3,58 т сухого вещества, 0,35 т переваримого протеина и 37 ГДж обменной энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Садохина Т.А., Бакшаев Д.Ю., Ломова Т.Г. Кормовая продуктивность смешанных агроценозов в лесостепной зоне Западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2018. – № 1 (46). – С. 52–59.
2. Ингири А.И., Ласкин П.В., Хаитбаев А.Х. Эффективность применения бактериальных удобрений на северном пределе земледелия // Изв. ОГАУ. – 2011. – № 30–1. – С. 25–28.
3. Петрук В.А. Урожайность и структурные показатели травостоя сеяных многолетних трав и травосмесей в лесостепи западной Сибири // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 3 (32). – С. 54–57.
4. Великдань Н.Т., Желтопузов В.Н. Динамика накопления биомассы урожая в одновидовых и смешанных посевах многолетних трав // Сб. науч. тр. Всерос. НИИ овцеводства и козоводства. – 2016. – Т. 2, № 9. – С. 214–220.
5. Качество кормов из люцерны посевной и козлятника восточного / Н.В. Соболева, И.А. Бабицева, С.В. Карамаев, А.С. Карамаева // Изв. ОГАУ. – 2016. – № 5 (61). – С. 135–138
6. Лазарев Н.Н., Костинова Т.В. Урожайность и ботанический состав бинарных и многокомпонентных травосмесей с клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) при интенсивном использовании // Изв. ТСХА. – 2013. – № 4. – С. 85–94.
7. Верещагина А.С., Воскобулова Н.И., Ураскулов Р.Ш. Влияние покровной культуры, способа посева и нормы посева на засорённость посевов эспарцета // Вестн. мясн. скотоводства. – 2016. – № 1 (93). – С. 135–138.
8. Садохина Т.А. Продуктивность поликомпонентных бобово-злаковых агроценозов при возделывании на зернофураж в лесостепной зоне Западной Сибири // Перспективы решения аграрных проблем в условиях Западной Сибири в работах молодых ученых: сб. ст. ФГБНУ Алт. НИИСХ. – Барнаул, 2016. – С. 88–95.

9. Селекция эспарцета (*Onobrychis* Mill.) для кормопроизводства Сибири / Н.И. Кашеваров, Р.И. Полюдина, О.А. Рожанская, А.В. Железнов // Кормопроизводство. – 2013. – № 9. – С. 22–24.
10. Егорова Г.С., Петрунина Л.В. Продуктивность травосмеси люцерны + эспарцет на светло-каштановых почвах Волгоградской области // Изв. Нижневолж. агроуниверс. комплекса: наука и высш. проф. образование. – 2008. – № 2 (10). – С. 35–41.
11. Слободяник Т.М., Чепелев Г.П., Слободяник Н.С. Продуктивность и питательность козлятника восточного в сравнении с эспарцетом песчаным, клевером луговым и их смесями с кострцом безостым // Инновационные процессы и технологии в современном сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. – 2014. – С. 123–129.
12. Продуктивность эспарцета в зависимости от норм и способов посева / В.И. Гасиев, С.А. Бекузарова, Б.С. Калоев, Р.В. Осикина // Изв. Горск. гос. аграр. ун-та. – 2017. – Т. 54, № 2. – С. 37–43.
13. Петров А.Ф. Элементы технологии возделывания кормовых бобов в Западной Сибири // Кормопроизводство. – 2007. – № 10. – С. 8–11.

REFERENCES

1. Sadohina T.A., Bakshaev D. Yu, Lomova T.G. Kormovaya produktivnost» smeshannyh agrocenozov v lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri, *Vestn. NGAU*, 2018, No. 1 (46), pp. 52–59. (In Russ.)
2. Ingiri A.I., Laskin P.V., Haitbaev A.H. *EHffektivnost» primeneniya bakterial'nyh udobrenij na severnom predele zemledeliya*, *Izvestiya OGAU*, 2011, No. 30–1, pp. 25–28. (In Russ.)
3. Petruk V.A. Urozhajnost» i strukturnye pokazateli travostoya seyanyh mnogoletnih trav i travosmesej v lesostepi zapadnoj Sibiri, *Vestn. NGAU*, 2014, No. 3 (32), pp. 54–57. (In Russ.)
4. Velikdan» N.T., Zheltopuzov V.N. Dinamika nakopleniya biomassy urozhaya v odnovidovyh i smeshannyh posevah mnogoletnih trav, *Sb. nauch. tr. Vseros. NII ovcevodstva i kozovodstva*, 2016. Vol. 2, No. 9, pp. 214–220. (In Russ.)
5. Soboleva N.V., Babicheva I.A., Karamaev S.V., Karamaeva A.S. Kachestvo kormov iz lyucerny posevnoj i kozlyatnika vostochnogo, *Izv. OGAU*, 2016, No. 5 (61), pp. 135–138. (In Russ.)
6. Lazarev N.N., Kostikova T.V. Urozhajnost» i botanicheskij sostav binarnyh i mnogokomponentnyh travosmesej s kleverom polzuchim (*Trifolium repens* L.) pri intensivnom ispol'zovanii, *Izv. TSKHA*, 2013, No. 4, pp. 85–94. (In Russ.)
7. Vereshchagina A.S., Voskobulova N.I., Uraskulov R.SH. Vliyanie pokrovnoj kul'tury, sposoba poseva i normy vyseva na zasoryonnost» posevov ehsparceta, *Vest. myasn. skotovodstva*, 2016, No. 1 (93), pp. 135–138. (In Russ.)
8. Sadohina T.A. Produktivnost» polikomponentnyh bobovo-zlakovyh agrocenozov pri vzdelyvanii na zernofurazh v lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri, *Perspektivy resheniya agrarnyh problem v usloviyah Zapadnoj Sibiri v rabotah molodyh uchenyh*, Sb. st. FGBNU Alt. NIISKH. Barnaul, 2016. pp. 88–95. (In Russ.)
9. Kashevarov N.I., Polyudina R.I., O.A. Rozhanskaya, A.V. Zheleznov Selekcija ehsparceta (*Onobrychis* Mill.) dlya kormoproizvodstva Sibiri, *Kormoproizvodstvo*, 2013, No. 9, pp. 22–24. (In Russ.)
10. Egorova G.S., Petrunina L.V. Produktivnost» travosmеси lyucerna + ehsparcet na svetlo-kashtanovyh pochvah Volgogradskoj oblasti, *Izvestiya Nizhne-volzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2008, No. 2 (10), pp. 35–41. (In Russ.)
11. Slobodyanik T.M., Chepelev G.P. Slobodyanik N.S. Produktivnost» i pitatel'nost» kozlyatnika vostochnogo v sravnenii s ehsparcetom peschany, kleverom lugovym i ih smesyami s kostrecom bezostym, *Innovacionnye processy i tekhnologii v sovremennom sel'skom hozyajstve* (Innovative processes and technologies in modern agriculture), Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, 2 ch., 2014. pp. 123–129. (In Russ.)
12. Gasiev V.I., Bekuzarova S.A., Kaloev B.S., Osikina R.V. Produktivnost» ehsparceta v zavisimosti ot norm i sposobov poseva, *Izv. Gorsk. gos. agrar. un-ta*, 2017, No. 2 (54), pp. 37–43. (In Russ.)
13. Petrov A.F. EHlementy tekhnologii vzdelyvaniya kormovyh bobov v Zapadnoj Sibiri, *Kormoproizvodstvo*, 2007, No. 10, pp. 8–11. (In Russ.)

ПРИМЕНЕНИЕ НАСТОЙКИ ПРОПОЛИСА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ РЕСПИРАТОРНЫХ ИНФЕКЦИЙ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

С.Б. Лыско, кандидат ветеринарных наук, ведущий
научный сотрудник

А.В. Портянко, аспирант, научный сотрудник

М.В. Задорожная, кандидат ветеринарных наук, ведущий
научный сотрудник

А.П. Красиков, доктор ветеринарных наук, профессор,
главный научный сотрудник

Ключевые слова: настойка прополиса, профилактика, респираторная инфекция, ассоциативная болезнь, цыплята-бройлеры, антибиотик

Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный центр», Омск, Россия
E-mail.ru: vet@sibniip.ru

Реферат. Научно-производственный опыт проводили в условиях птицеводческого хозяйства на цыплятах-бройлерах кросса Росс-308. Изучали различные схемы применения настойки прополиса для профилактики респираторной инфекции птиц бактериальной этиологии. С этой целью из суточных цыплят по принципу аналогов скомплектованы контрольная и две опытные группы, размещенные в отдельных изолированных птичниках. Цыплятам контрольной группы выпаивали антибиотик Тилминул (0,3 мл/л воды) в возрасте 1-3; 14-16; 25-27 дней и проводили аэрозольную обработку воздуха птичника Экоцидом С (0,5%, 1 л/100 м³, экспозиция 60 мин) на 1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36-й дни жизни. В 1-й группе применяли антибиотик, как в контрольной группе, аэрозольную обработку осуществляли настойкой прополиса (разведение 1:20, 0,5 л/100 м³, экспозиция 60 мин) в те же возрастные периоды. Во 2-й группе выпаивали настойку прополиса (1 мл/л воды) в возрастные периоды 1-5; 14-18; 25-30 дней в сочетании с аэрозольной обработкой воздуха настойкой прополиса (разведение 1:20, 0,5 л/100 м³, экспозиция 60 мин) на 1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36-й дни жизни. Наиболее эффективным для профилактики респираторных инфекций птиц является применение настойки прополиса по схеме 2-й группы. Использование данной схемы снижает количество патогенных, условно-патогенных микроорганизмов в соскобах со слизистой оболочки гортани и в воздухе птичника, активизирует иммунную систему и обмен веществ, повышает сохранность на 3,0% и живую массу на 342,7 г, что позволяет исключить применение антибиотиков в профилактических целях, обеспечивая получение экологически безопасной продукции птицеводства.

APPLICATION OF PROPOLIS TINCTURE TO PREVENT INFECTIONS OF BROILERS

Lysko S.B., Candidate of Veterinary Sc., Leading Research Fellow

Portianko A.V., PhD-student, research fellow аспирант, научный сотрудник

Zadorozhnaya M.V., Candidate of Veterinary Sc., Leading Research Fellow
Krasikov A.P., Doctor of Veterinary Sc., Professor, Leading research Fellow

Siberian Research Institute of Poultry farming – the branch of Omsk Agricultural Centre

Key words: propolis tincture, preventive measures, respiratory disease, broilers, antibiotic

Abstract. Scientific and industrial experiment was carried out at the poultry farming on Ross-308 broilers. The authors explored various schemes of application of propolis tincture for pre-

venting respiratory infection of poultry of bacterial etiology. The researchers arranged a control group and two experimental groups according to the principle of analogues. The groups were placed in separate isolated poultry houses. Chickens of the control group were fed with antibiotic Tilmipool (0.3 ml/l of water) aged 1-3; 14-16; 25-27 days; their poultry house was sprayed with Ecocide C (0.5%, 1 l/100 m³, exposure 60 min) on 1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36 days of their life. In the 1st group the antibiotic was applied as it was in the control group; aerosol treatment was conducted with propolis tincture (dilution 1:20, 0.5 l/100 m³, exposure 60 min) during the same age periods. In the 2nd group, propolis tincture (1 ml/l of water) was applied for broilers aged 1-5; 14-18; 25-30 days combined with aerosol treatment of propolis tincture air (dilution 1:20, 0.5 l/100 m³, exposure 60 min) for 1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36 days of their life. The most effective way to prevent respiratory diseases of poultry is seen in application of propolis tincture according to the scheme used in the experiment with the 2nd group. The scheme reduces the number of pathogenic, relatively pathogenic microorganisms in the scrapes from the laryngeal mucous membrane and in the air of the poultry house, activates the immune system and metabolism of poultry, increases livability on 3.0% and live weight on 342.7 g, which eliminates application of antibiotics for preventive measures, providing environmentally safe products of poultry farming.

Профилактика инфекционных болезней является одной из главных задач в обеспечении эпизоотического благополучия птицеводческих хозяйств [1, 2]. Особого внимания заслуживают болезни, связанные с патологией респираторного тракта, при которых посредством воздушно-капельной передачи происходит быстрое распространение возбудителей. На долю респираторных инфекций приходится не менее 40% от общего числа инфекционных болезней птицы. В большинстве случаев респираторные инфекции протекают в ассоциациях, что затрудняет их диагностику, снижает эффективность противоэпизоотических мероприятий и наносит существенный экономический ущерб предприятиям [3, 4].

С целью профилактики респираторных инфекций вирусной этиологии используют живые и инаktivированные вакцины. Для профилактики бактериальных респираторных болезней применяют антибиотики широкого спектра действия. Однако их регулярное применение приводит к возникновению антибиотикорезистентности у возбудителей болезней, развитию у птицы дисбактериозов, снижению естественной резистентности и поствакцинального иммунитета, ухудшению качества продукции птицеводства [5-8].

В связи с этим на данном этапе развития птицеводства актуальным остается вопрос о разработке эффективных схем профилактики бактериально-ассоциативных респираторных болезней птиц с использованием экологически безопасных средств. Примерами таких средств являются прополис и препараты на его основе. Известны антимикробное, анестезирующее, антиоксидантное, иммуномодулирующее, дерматопластическое, противотоксическое, противовоспалительное свойства прополиса. Установлена высокая эффективность настойки прополиса для лечения телят и поросят при бронхопневмонии и болезнях желудочно-кишечного тракта. В птицеводстве настойку прополиса применяли для повышения сохранности и продуктивности. Установлена бактерицидная активность настойки прополиса на возбудителей респираторных инфекций птиц в опытах *in vitro* [9]. Разработана и испытана в производственных условиях схема профилактики респираторных инфекций в инкубаторе с использованием настойки прополиса [10, 11].

Цель исследований – разработать и изучить различные схемы применения настойки прополиса для профилактики респираторной инфекций птиц бактериальной этиологии.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в фермерском птицеводческом хозяйстве Омской области, где при эпизоотологическом обследовании была выявлена ассоциативная бактериальная респираторная инфекция, и в отделе ветеринарии сельскохозяйственной птицы СибНИИП – филиала ФГБНУ «Омский АНЦ».

Объектом исследования была настойка прополиса (100 г прополиса, 80%-й спирт до

получения 1 л настойки) производства ООО «Гипократ» (Россия, г. Самара).

Для реализации поставленной цели из суточных цыплят-бройлеров кросса Росс-308 по принципу аналогов скомплектованы контрольная и две опытные группы по 100 голов в каждой, размещенные в отдельных изолированных помещениях. Для профилактики респираторной инфекции применяли препараты в соответствии со схемой опыта (табл. 1). Для получения мелкодисперсного аэрозоля использовали аэрозольный распылитель HURRICANE (модель 2792). Рабочий раствор

Таблица 1

Схема опыта
Scheme of the experiment

Группа	Количество цыплят, гол.	Препарат	Доза	Способ применения	Период применения, дни
Контрольная	100	Тилмипул	0,3 мл/л воды	Выпаивание	1-3, 14-16, 25-27
		Экоцид С	0,5%, 1 л/100 м ³	Аэрозольно, экспозиция 60 мин	1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36
1-я опытная	100	Тилмипул	0,3 мл/л воды	Выпаивание	1-3, 14-16, 25-27
		Настойка прополиса	Разведение 1:20, 0,5 л/100 м ³	Аэрозольно, экспозиция 60 мин	1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36
2-я опытная	100	Настойка прополиса	1 мл/л воды	Выпаивание	1-5, 14-18, 25-30
			Разведение 1:20, 0,5 л/100 м ³	Аэрозольно, экспозиция 60 мин	1, 7, 14, 21-22, 28-29, 35-36

препарата (1 часть настойки прополиса 20 частей воды) готовили непосредственно перед обработкой.

Профилактическую эффективность различных схем оценивали по наличию клинических признаков у цыплят, их сохранности и живой массе. Учитывали результаты бактериологических, гематологических, биохимических, иммунологических исследований.

Материалом для прижизненных лабораторных исследований служили соскобы со слизистой оболочки гортани, пробы крови и её сыворотки, для посмертных – стенки воздухоносных мешков, кусочки легких, соскобы с трахеи, головной и костный мозг, кровь из сердца, печень, селезёнка.

Отбор проб, выделение культур микроорганизмов и их идентификацию проводили в соответствии с существующими методиками с использованием простых и дифферен-

циально-диагностических питательных сред. Морфологию изучали в мазках из суточных агаровых культур, окрашенных по Граму и Романовскому-Гимзе, биохимические свойства – посевом на среды Гисса с сахарами. Патогенность культур стафилококков устанавливали реакцией плазмокоагуляции с применением кроличьей цитратной плазмы, остальных выделенных культур – постановкой биопробы на лабораторных мышах. Микробиологическое исследование воздуха проводили седиментационным методом по Коху, расчет – по формуле Омелянского [12].

Количество форменных элементов крови подсчитывали в счетной камере Горяева под микроскопом после предварительного разведения крови в меланжерах красителем Болотникова. Общий белок в сыворотке крови определяли биуретовым, альбумин – бромкрезоловым методами наборами Hospitex di-

agnostics (Италия), содержание гемоглобина в крови – гемихромным методом набором «Гемосо-Ново» (Россия). Бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) определяли по методу Мишеля Теффера в модификации О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой [13]. Учет результатов осуществляли с помощью спектрофотометра Elx800. Результаты исследований обрабатывали методом статистики с использованием критерия Стьюдента [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сохранность цыплят за период опыта во 2-й группе на 3% превышала показатели контрольной и 1-й групп и составляла 98%. Причиной гибели цыплят во 2-й группе на 2-й и 3-й неделе выращивания были травма и мочекишный диатез, возбудителей инфекционных болезней бактериальной этиологии не выявлено. Клинических признаков респираторной болезни у цыплят 2-й группы не наблюдалось на протяжении всего опыта.

Основной отход птиц в контрольной и 1-й группах был на 4-й и 5-й неделе выращивания, что совпадало с проявлением клинических признаков у цыплят данных групп. Так, на 4-й неделе выращивания в контрольной и 1-й группах выделялись цыплята со значительным отставанием в росте, у которых наблюдалось снижение аппетита, вялость, напряженное дыхание, трахеальные хрипы, истечения из носа, чихание, опухание тканей в области подглазничных синусов. При патолого-анатомическом вскрытии погибшей птицы из контрольной и 1-й групп наблюдали отёчность и множественные точечные кровоизлияния на слизистых оболочках гортани и трахеи, синусит, отёк легких, двустороннюю серозную и серозно-фибринозную пневмонию, фибринозный аэросаккулит, в единичных случаях серозно-фибринозный перигепатит, гиперплазию и анемию селезёнки, дистрофию печени и почек. Бактериологическим исследованием биоматериала от погибшей птицы выделены *Ornithobacterium rhinotracheale*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*

faecalis, *Escherichia coli*, *Citrobacter diversus*, *Providencia stuartii*, *Enterobacter agglomerans*, *Proteus mirabilis*. Возбудители в 100% случаев выделялись в ассоциациях, основными представителями в которых были *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*. Монокультуры изолированы не были. Таким образом, результаты клинических, патолого-анатомических и бактериологических исследований подтверждали наличие у цыплят контрольной и 1-й групп ассоциативной респираторной инфекции бактериальной этиологии на фоне проведенных профилактических мероприятий с применением антибиотика.

Наименьший спектр микроорганизмов выделен в соскобах со слизистой оболочки гортани цыплят-бройлеров опытных групп, где проводили аэрозольные обработки воздуха птичников настойкой прополиса. В 1-й группе были выделены *Enterococcus faecium* и *Enterobacter agglomerans*, во 2-й группе *Enterococcus faecium* и *Citrobacter freundii*. У цыплят контрольной группы изолировали *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*.

Аналогичные данные получены и при бактериологическом исследовании воздуха (табл. 2). В первый день опыта общее микробное число (ОМЧ) между всеми группами отличалось незначительно. На 14-й день опыта наименьшее ОМЧ отмечено в 1-й и 2-й группах, где проводили аэрозольные обработки прополисом, при этом разница с контрольной составила 341 и 326 КОЕ/м³ соответственно.

После аэрозольных обработок прополисом на 28-й день опыта в 1-й группе показатель ниже на 595, во 2-й – на 633 КОЕ/м³ по сравнению с контрольной группой, где аэрозольная обработка проводилась Экоцидом С. На 42-й день опыта прослеживалась та же тенденция, при этом ОМЧ в 1-й группе ниже на 1109, во 2-й – на 1169 КОЕ/м³ по сравнению с контролем в этот же период.

Количество БГКП до 28-дневного возраста в воздухе залов всех групп увеличивалось при наименьших показателях в опытных группах. На 42-й день данный показатель сни-

Таблица 2

Микробная обсеменённость воздуха птичника (n=5, M±m), КОЕ/м³
Bacterial content of the air in the poultry house (n=5, M±m), CFU/m³

Группа	Показатели	Возраст, дней			
		1	14	28	42
Контрольная	ОМЧ	135,0±9,7	676,0±89,6 /***	1386,0±90,1 /***	2124,0±92,0 /***
	БГКП	10,0±3,2	151,0±52,9 /***	427,0±77,0 /**	196,0±24,7 /*
	Стафилококки	88,0±18,4	332,0±54,3 /**	763,0±18,9 /***	1017,0±37,3 /***
	Энтерококки	172,0±19,6	101,0±16,9 /***	192,0±32,4	433,0±10,9 /*
	Микроскопические грибы	233,0±20,1	265,0±9,5	363,0±41,7	509,0±27,5 /*
1-я опытная	ОМЧ	139,0±7,6	335,0±57,0*/*	791,0±23,4**/***	1015,0±6,1***/**
	БГКП	54,0±14,7	99,0±8,2 /*	319,0±23,2 /**	88,0±19,8*/***
	Стафилококки	76,0±15,3	172,0±15,5*/**	613,0±43,4*/***	876,0±26,1*/**
	Энтерококки	166,0±10,6	59,0±8,9 /***	166,0±33,8 /*	313,0±12,7**/*
	Микроскопические грибы	1820,0±11,8	197,0±12,0*	149,0±19,8**	280,0±13,5**/**
2-я опытная	ОМЧ	148,0±1,4	350,0±53,8*/*	753,0±10,4**/***	955,0±41,5***/**
	БГКП	43,0±16,9	73,0±8,7	299,0±48,2	74,0±20,4*/**
	Стафилококки	70,0±3,9	146,0±8,1*/***	601,0±54,2*/***	885,0±27,5*/**
	Энтерококки	174,0±11,5	52,0±10,4 /***	163,0±42,4 /*	311,0±21,3**/*
	Микроскопические грибы	186,0±5,6	193,0±21,6*	144,0±21,3**	273,0±29,7**/*

*P<0,05; ** P<0,01; ***P<0,001;

/ в сравнении с контролем; / в сравнении с предыдущим исследованием.

/ in comparison with the control group; / in comparison with the previous research

зился во всех группах, чему способствовало увеличение количества обработок, но в зале с контрольной группой он оставался самым высоким: разница с 1-й составила 108, со 2-й – 122 КОЕ/м³. С увеличением возраста птицы количество стафилококков в воздухе всех залов повысилось. В 1-е сутки опыта отмечалось незначительное отличие между группами. На 14-й день опыта количество стафилококков в воздухе зала с контрольной группой увеличилось на 244, в 1-й – на 96, во 2-й – на 76 КОЕ/м³ по сравнению с первым днём. На 28-й и 42-й дни опыта показатель микробной обсеменённости воздуха в опытных группах был самым низким, разница достоверна. На 42-й день разница с контролем в 1-й группе составила 141, во 2-й – 132 КОЕ/м³.

Количество энтерококков на 14-й день опыта в воздухе зала контрольной группы по сравнению с первым днём снизилось на 71, 1-й – на 107, 2-й – на 122 КОЕ/м³. На 28-й день опыта количество энтерококков в воздухе всех залов увеличилось, при этом лучшие результаты оставались в опытных группах. В

контрольном зале этот показатель повысился на 140, в зале 1-й группы – на 107, 2-й – на 111 КОЕ/м³ по сравнению с предыдущим исследованием. Аналогичная тенденция прослеживалась и на 42-й день опыта, разница с контролем в 1-й группе составила 120, во 2-й – 122 КОЕ/м³.

Обработка воздуха опытных залов настоеккой прополиса способствовала снижению количества микроскопических грибов. На 14-й день количество микроскопических грибов по сравнению с первым днём возросло во всех группах: в 1-й на 15, во 2-й – на 7, в контрольной – на 32 КОЕ/м³. На 28-й день в опытных группах количество микроскопических грибов в воздухе снизилось: в 1-й – на 48, во 2-й – на 49, в контрольной – на 98 КОЕ/м³ по сравнению с предыдущим исследованием. На 42-й день опыта количество микроскопических грибов в воздухе залов всех групп увеличилось при наименьших показателях в опытных группах. Разница с контролем в 28 и 42 дня в 1-й группе составила 214 и 229, во 2-й – 219 и 236 КОЕ/м³. Аэрозольная

обработка воздуха настойкой прополиса в залах с 1-й и 2-й группами позволила снизить количество патогенных и условно-патогенных микроорганизмов по сравнению с контрольной группой, где применяли Экоцид С. Наличие у цыплят-бройлеров контрольной и 1-й групп респираторной инфекции на фоне применения антибиотика для профилактики отрицательно отразилось на росте птицы и ее физиологическом состоянии.

Наибольшая живая масса цыплят-бройлеров на протяжении всего опыта с достоверной разницей отмечалась во 2-й группе, где с профилактической целью использовали только настойку прополиса (выпаивание и аэрозольно), без применения антибиотиков и дезинфектантов (табл. 3).

Так, в 42-дневном возрасте живая масса цыплят 2-й группы превышала контрольную и 1-ю на 342,7 и 296,9 г соответственно. В 1-й

Таблица 3

Живая масса цыплят-бройлеров (n=50, M±m), г
Live weight of broiler chickens (n = 50, M ± m), g

Возраст, дней	Группа		
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная
Суточные	48,7±0,6	48,2±0,4	49,1±0,5
7	130,2±2,4	136,7±2,1*	138,7±2,0**
14	305,7±7,5	307,9±6,0	326,7±6,1*
21	600,0±12,4	614,8±16,1	635,4±11,6*
28	906,7±25,8	927,3±37,6	978,7±22,7*
35	1293,5±35,0	1326,3±30,4	1379,6±23,0*
42	1638,7±53,2	1684,5±50,0	1981,4±46,1***

* P<0,05; ** P<0,01; ***P<0,001.

группе живая масса цыплят на 45,8 г превышала контрольную, разница недостоверна.

Наибольшее снижение скорости роста цыплят контрольной и 1-й групп регистрировали в возрасте 22-28 дней (табл. 4), что совпадало с проявлением клинических признаков респираторных инфекций и гибелью птицы в данный период. Снижение среднесуточного прироста живой массы цыплят 1-й и контрольной групп в возрасте 36-42 дня также являлось следствием болезни птиц на фоне профилактического применения антибиотика.

Стабильный рост цыплят 2-й группы на протяжении всего опыта при применении настойки прополиса свидетельствовал об

интенсификации обменных процессов, естественного иммунитета в организме молодняка и отсутствии негативного влияния антибиотика, что подтверждалось результатами исследований крови.

Количество эритроцитов в крови цыплят 2-й группы в возрасте 42 дня превышало контрольную и первую группы на $0,7 \times 10^{12}/л$, содержание гемоглобина – на 20,3 г/л по сравнению с контрольной и на 7,1 г/л – с 1-й (табл. 5).

Содержание общего белка в крови цыплят 2-й группы в 28 и 42 дня было на 4,6 и 4,9 г/л больше по сравнению с контрольной и на 1,8 и 6,8 г/л по сравнению с 1-й соответственно. Та же тенденции прослеживалась и в отношении содержания глобулинов в сыворотке

Таблица 4

Среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров, г
Average daily body weight gain of broiler chickens, g

Группа	Возраст, дней						
	1-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	1-42
Контрольная	11,6	25,1	42,0	43,8	55,3	49,3	37,9
1-я опытная	12,6	24,5	43,8	44,6	57,0	51,2	39,0
2-я опытная	12,8	26,9	44,1	49,0	57,3	86,0	46,0

Таблица 5

Показатели крови цыплят-бройлеров (n=5, M±m)
Parameters of broilers' blood (n = 5, M ± m)

Группа	Возраст, дней	Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	Гемоглобин, г/л	Общий белок, г/л	Альбумин, г/л	Глобулины, г/л	БАСК, %
Контрольная	28	2,1±0,2	78,6±1,2	24,4±1,0	9,9±0,9	14,5±0,3	57,2
	42	2,2±0,1	60,7±3,1	32,5±0,9	10,8±0,5	21,7±1,0	37,2
1-я опытная	28	2,4±0,4	75,9±3,0	27,2±2,5	10,2±0,2*	17,0±2,4	63,8
	42	2,2±0,7	73,9±6,8	30,6±2,2	9,6±0,7	21,0±1,5	42,4
2-я опытная	28	3,1±0,1*	84,9±1,1*	29,0±0,6**	9,2±0,3	20,1±0,9**	69,6*
	42	2,9±0,1**	81,0±5,7*	37,4±0,8*	10,4±0,8	27,0±1,6*	46,0*

*P<0,05; ** P<0,01.

крови. Бактерицидная активность сыворотки крови (БАСК) цыплят-бройлеров 2-й группы в период выпаивания настойки прополиса (28 дней) была выше контрольной на 12,4, 1-й – на 5,8%. В 42 дня показатель БАСК снизился у всех цыплят при наибольших показателях во 2-й группе. Низкие показатели в крови цыплят-бройлеров контрольной и 1-й групп можно связать как с заболеванием, так и с отрицательным влиянием антибиотика на организм птиц.

Наличие в контрольной и 1-й группах респираторной инфекции на фоне трехкратного применения антибиотика (в возрасте 1-3; 14-16; 25-27 дней) свидетельствовало об отсутствии профилактической эффективности последних и целесообразности их применения для профилактики. Кроме того, антибиотики оказывали угнетающее действие на иммунную и кроветворные системы молодняка, обмен веществ, естественную резистентность организма, что способствовало возникновению инфекционных заболеваний и снижению экономических показателей выращивания бройлеров. Наиболее эффективным для профилактики бактериально-ассоциативной респираторной инфекций цыплят-бройлеров являлось использование настойки прополиса по схеме 2-й группы: выпаивание в дозе 1мл/л воды в возрасте 1-5; 14-18; 25-30 дней в сочетании с аэрозольной обработкой (разведение 1:20, 0,5 л/100 м³ помещения, экспозиция 60 мин, один раз в день) на 1, 7, 14, 21-22, 28-29, 30-36-й дни выращивания. Применение разработанной схемы повышает эффективность профилактических мероприятий при респираторной инфекции птиц бактериальной этиологии, увеличивает сохранность и продуктивность бройлеров, позволяет исключить применение антибиотиков в профилактических целях и получить экологически безопасную продукцию птицеводства.

раторной инфекций птиц бактериальной этиологии, увеличивает сохранность и продуктивность бройлеров, позволяет исключить применение антибиотиков в профилактических целях и получить экологически безопасную продукцию птицеводства.

ВЫВОДЫ

1. Аэрозольное применение настойки прополиса снижает микробную обсемененность в воздухе залов с птицей 1-й и 2-й групп к 42 дням в сравнении с контролем: ОМЧ – на 1109-1169, БГКП – на 108-122, численность стафилококков – на 132-141, энтерококков – на 120-122, микроскопических грибов – на 229-236 КОЕ/м³, уменьшает количество патогенной и условно-патогенной микрофлоры в соскобах со слизистой оболочки гортани цыплят, что подтверждает бактерицидное действие прополиса на микрофлору воздуха и верхних дыхательных путей птицы.

2. Выпаивание настойки прополиса цыплятам 2-й группы способствовало активизации естественной резистентности и обмена веществ в их организме, о чём свидетельствовало повышение бактерицидной активности сыворотки крови в 42-дневном возрасте на 8,8%, содержания в крови гемоглобина – на 20,3 г/л, эритроцитов – на $0,7 \times 10^{12}/л$, общего белка – на 4,9 г/л и глобулинов – на 5,3 г/л по сравнению с контрольной группой.

3. Наиболее эффективно для профилактики респираторных инфекций птиц применение настойки прополиса по схеме 2-й группы, т. е. аэрозольно в сочетании с выпаиванием без применения антибиотиков

и дезинфектантов. Использование данной схемы позволяет повысить сохранность на 3,0%, живую массу на – 342,7 г, исключить применение антибиотиков и получить экологически безопасную продукцию птицеводства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакулин В.А. Ветеринарная безопасность – гарантия здоровья птицы // Птицеводство. – 2016. – № 1. – С. 53–56.
2. Дмитриева М.Е. Ветеринарное благополучие – залог рентабельной работы птицеводческого предприятия // Птица и птицепродукты. – 2014. – № 1. – С. 23–25.
3. Об эпизоотической ситуации по инфекционным болезням птиц на основе анализа данных ветеринарной отчетности / А.Н. Спиридонов, О.Н. Петрова, В.Н. Ирза [и др.] // Ветеринария сегодня. – 2015. – №4 (15). – С. 18–28.
4. Гофман А.А., Лыско С.Б., Красиков А.П. Мониторинг эпизоотической обстановки по респираторным инфекционным болезням птиц в Западно-Сибирском регионе // Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы IX междунар. конгр. – М., 2017. – Т. 2. – С. 131–133.
5. Мониторинг заразных болезней птиц в Омской области / А.В. Портянко, А.А. Гофман, С.Б. Лыско [и др.] // Птицеводство. – 2017. – № 9. – С. 34–38.
6. Проблема резистентности к антибиотикам возбудителей болезней, общих для человека и животных / А.Н. Панин, А.А. Комаров, А.В. Куликовский [и др.] // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2017. – № 5. – С. 18–24.
7. Лебедева И.А., Невская А.А. Влияние антибиотика и пробиотика на качество мяса и субпродуктов цыплят-бройлеров // Перспективное птицеводство: теория и практика. – 2013. – № 1. – С. 28–30.
8. Schwarz S., Loeffler A., Kadlec K. Bacterial resistance to antimicrobial agents and its impact on veterinary and human medicine // Veterinary Dermatology. – 2017. – N 28. – P. 82–119.
9. Гофман А.А., Лыско С.Б., Красиков А.П. Бактерицидная активность прополиса на возбудителей респираторных инфекций птиц // Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования: материалы науч.-практ. конф. – Омск, 2016. – С. 251–254.
10. Гофман А.А., Лыско С.Б., Красиков А.П. Профилактика респираторных инфекций птиц в инкубаторе // Птицеводство. – 2017. – № 6. – С. 31–36.
11. Гофман А.А., Лыско С.Б., Портянко А.В. Влияние прополиса на микробную обсеменённость воздуха инкубаторов // Сб. материалов шестого Казахстан. междунар. форума птицеводов. – 2017 – С. 59–64.
12. Лабораторные исследования в ветеринарии. Бактериальные инфекции / Б.И. Антонова, В.В. Борисова, П.М. Волкова [и др.]; под ред. Б.И. Антонова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 352 с.
13. Бессарабов Б.Ф., Алексеева С.А., Клетикова Л.В. Лабораторная диагностика клинического и иммунобиологического статуса у сельскохозяйственной птицы. – М.: Колос, 2008. – 152 с.
14. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1973. – 343 с.

REFERENCES

1. Bakulin V.A., *Pticevodstvo*, 2016, No. 1, pp. 53–56. (In Russ.)
2. Dmitrieva M.E., *Ptica i pticeproduktyu*, 2014, No. 1, pp. 23–25. (In Russ.)
3. Spiridonov A.N., Petrova O.N., Irza V.N., Karaulov A.E., Nekiforov V.V., *Veterinariya segodnya*, 2015, No. 4(15), pp. 18–28. (In Russ.)
4. Gofman A.A., Lysko S.B., Krasikov A.P., *Biotehnologiya: sostoyanie i perspektivy razvitiya* (Biotechnology: state of the art and perspectives), Proceedings of the 9 of international congress, Moscow: 20–22 February 2017, Vol. 2, pp. 131–133. (In Russ.)
5. Portyanko A.V., Gofman A.A., Lysko S.B., Krasikov A.P., *Pticevodstvo*, 2017, No. 9, pp. 34–38. (In Russ.)
6. Panin A.N., Komarov A.A., Kulikovskij A.V., Makarova D.A., *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya*, 2017, No. 5, pp. 18–24. (In Russ.)

7. Lebedeva I.A., Nevskaya A.A., *Perspektivnoe pticevodstvo: teoriya i praktika*, 2013, No. 1, pp. 28–30. (In Russ.)
8. Schwarz S., Loeffler A., Kadlec K., *Veterinary Dermatology*, 2017. No. 28. pp. 82–119.
9. Gofman A.A., Lysko S.B., Krasikov A.P., *Sovremennye tendencii nauchnogo obespecheniya v razvitii APK: fundamentalnye i prikladnye issledovaniya* (Modern tendencies of the scientific providing in development APK: fundamental and applied researches) Proceedings Scientific and Practice Conference, Omsk, 2016, pp. 251–254. (In Russ.)
10. Gofman A.A., Lysko S.B., Krasikov A.P., *Pticevodstvo*, 2017, No. 6, pp. 31–36. (In Russ.)
11. Gofman A.A., Lysko S.B., Portyanko A.V., *Sbornik materialov shestogo kazahstanskogo mezhdunarodnogo foruma pticevodov* (Proceedings of the 6 Kazakhstan international forum of poultry farmers) Astana 2017, pp. 59–64. (In Russ.)
12. Antonova B.I., Borisova V.V., Volkova P.M., Kameneva L.P., Koshelenko L.V., Mihal'skij G.A., Popovcev V.V., Pryanishnikova L.I., Hrapova V.E. *Laboratornye issledovaniya v veterinarii. Bakterial'nye* (Laboratory studies in veterinary medicine. Bacterial infections), Moscow: Agropromizdat, 1986, 352 p.
13. Bessarabov B.F., Alekseeva S.A., Kletikova L.V. *Laboratornaya diagnostika klinicheskogo i immunobiologicheskogo statusa u sel'skohozyajstvennoj pticy* (Laboratory diagnosis of clinical and immunobiological status in poultry), Moscow: Kolos, 2008, 152 p.
14. Lakin G.F., *Biometriya* (Biometrics), Moscow: Vysshaya shkola, 1973, 343 p.

ОТРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ШТАММА ВИРУСА БОЛЕЗНИ НЬЮКАСЛА В РАЗВИВАЮЩИХСЯ КУРИНЫХ ЭМБРИОНАХ

¹ Р. З. Нургазиев, доктор ветеринарных наук, профессор

² А. Р. Нургазиева, кандидат биологических наук

² Е. Д. Крутская, кандидат ветеринарных наук

¹ А. И. Боронбаева, кандидат биологических наук

¹ М. Т. Толубаева, кандидат ветеринарных наук

¹ Кыргызский национальный аграрный университет
им. К. И. Скрябина, Бишкек, Кыргызстан

² Кыргызский научно-исследовательский институт ветеринарии им. А. Дуйшеева, Бишкек,
Кыргызстан

E-mail: nurgazieva10@gmail.com

Ключевые слова: болезнь Ньюкасла, велогенные и мезогенные подтипы, культивирование, РГА, куриные эмбрионы, штамм, вакцина

Реферат. Болезнь Ньюкасла регистрируется на всех континентах земного шара, кроме Австралии, и вызывает большие экономические потери в птицеводстве. В Кыргызской Республике вспышки болезни Ньюкасла отмечены в 2015 и 2016 гг. Несмотря на то, что возбудитель болезни Ньюкасла достаточно изучен, известны особенности течения вызываемой им инфекции, но проблема ликвидации инфекции остается пока нерешенной. В наших исследованиях мы изучали и отработывали оптимальные условия культивирования выделенного штамма вируса болезни Ньюкасла в развивающихся куриных эмбрионах. Для этого проводили заражения куриных эмбрионов различными дозами. Разведениями вируса от 10^{-1} до 10^{-8} инфицировали 10-суточные развивающиеся куриные эмбрионы в аллантоисную полость в объеме 0,1 и 0,2 см³ (дозы от $6 \cdot 10^4$ до 0,6 ЭИД₅₀ (50 %-я эмбриональная инфекционная доза) на эмбрион и от $1,2 \cdot 10^5$ до 1,2 ЭИД₅₀ на эмбрион соответственно). Уровень накопления вируса оценивали в количественной реакции гемагглютинации (РГА) по титрам его гемагглютининов в аллантоисной жидкости. Титры гемагглютининов при разведениях от 10^{-1} до 10^{-8} вирусосодержащего материала свидетельствует, что при объеме инокулируемого вирусосодержащего материала 0,1 см³ накопление гемагглютининов штамма вируса болезни Ньюкасла происходит на высоком уровне и существенно не различается ($P > 0,5$) при использовании для заражения развивающихся куриных эмбрионов разведений вируса до 10^{-6} (доза в данном случае ~ 60 ЭИД₅₀).

APPROPRIATE CONDITIONS FOR CULTIVATING THE STRAIN OF NEWCASTLE DISEASE VIRUS IN THE DEVELOPING HEN EMBRYOS

¹ Nurgaziev R.Z., Doctor of Veterinary Sc., Professor

² Nurgazieva A.R., Candidate of Biology

² Krutskaya E.D., Candidate of Veterinary Sc.

¹ Boronbaeva A.I., Candidate of Biology

¹ Tolubaeva M.T., Candidate of Veterinary Sc.

¹ Kyrgyz State Agrarian University named after K.I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan

² Kyrgyz Research Centre for veterinary science named after A. Duysheev, Bishkek, Kyrgyzstan

Key words: Newcastle disease, velogenic and mesogenic subtypes, growing, hemagglutination test, hen embryos, strain, vaccine.

Abstract. Newcastle disease is observed and detected on all the continents of the globe, except Australia, and causes great economic losses in poultry production. In the Kyrgyz Republic, Newcastle disease outbreaks were observed in 2015 and 2016. Regardless Newcastle's pathogen is well explored, there are specific features of disease course and the problem of infection elimination is not solved. The authors explored the appropriate conditions for growing Newcastle's virus in developing hen embryos. For this the researchers infected chicken embryos with different doses: 10⁻¹ to 10⁻⁸ viral propagation was applied for 10-day developing chicken embryos into the allantoic cavity in the volume of 0.1 and 0.2 cm³ (doses of 6,10⁴ to 0.6 50% embryonic infectious dose (EID₅₀) per embryo and 1.2-10⁵ to 1.2 50% embryonic infectious dose (EID₅₀) per embryo, respectively). The degree of virus accumulation was estimated by means of hemagglutination test according to the titers of hemagglutinins in the allantoic fluid. The titers of hemagglutinins in solutions within 10⁻¹ to 10⁻⁸ of virus-containing material shows that at volume of an inoculated virus-containing material of 0,1 cm³ accumulation of hemagglutinins of a Newcastle virus strain occurs at high level and does not essentially differ ($P > 0,5$); when applied for infecting developing chicken embryos of virus cultivation to 10⁻⁶ (a dose in this case ~ 60 50 % an embryonic infectious dose EID₅₀).

Болезнь Ньюкасла (БН) является контагиозной, широко распространенной и вызывает серьезные экономические потери домашней птицы. Международное эпизоотическая бюро (МЭБ) причисляет ее к подлежащим уведомлению болезням и налагает ограничения и торговые эмбарго на страны и районы, где происходят вспышки БН.

Вирус БН (ВБН) имеет весьма обширный круг хозяев: он поражает огромное количество различных видов птиц, передается перназальным или пероральным путем. Заболевание, вызываемое ВБН, протекает с разной интенсивностью и обладает разной способностью к передаче. Основываясь на тяжести протекания болезни, выделяют три патотипа ВБН: лептогенная ветвь вызывает весьма умеренное плохо детектируемое респираторное заболевание, мезогенная ветвь проявляется в нервных и респираторных расстройствах, вызывая умеренную смертность, велогенная ветвь вызывает тяжелые кишечные или неврологические повреждения, приводя к высокой смертности (до 100% цыплят) [1].

Предварительный диагноз на БН ставят на основе эпизоотологических, клинических и патоморфологических данных. Однако значительная вариабельность симптоматики и патоморфологических поражений у инфицированной вирусом БН птицы диктует

необходимость подтверждения первичного диагноза изоляцией и идентификацией возбудителя, а также установления у заболевшей птицы сероконверсии к последнему. Точная диагностика вируса требует комбинирования различных методов, таких как анализ клинических симптомов (в том числе и гистологический анализ), выделение и наработка вирусного материала и серологический анализ.

В основе профилактики болезни Ньюкасла птиц лежат неспецифические и специфические средства защиты и методы их выполнения. Неспецифическая защита обеспечивается организационными мероприятиями и строгим соблюдением общих ветеринарно-санитарных норм и правил. Специфическая защита основана на применении вакцинных препаратов. Активная иммунизация птицы против болезни Ньюкасла различными вакцинными штаммами и методами их применения в настоящее время является одним из наиболее распространенных и эффективных способов профилактики. Вакцины против БН представлены двумя видами: живые и инактивированные [2-4].

Однако спорадические вспышки заболевания все еще регистрируются. Интенсивные вспышки болезни Ньюкасла произошли в Кыргызстане в 2015 и 2016 гг., которые сопровождались большими потерями домашней

птицы. Результаты проведенных исследований показали, что выделенные изоляты ВБН 2015 г. в Кыргызской Республике принадлежат к субгенотипу VIIId класса II БН, сходному со многими изолятами, полученными в других странах.

Цель исследования – отработка оптимальных условий культивирования имевшегося в наличии мезогенного штамма ВБН, обеспечивающих максимальное его накопление в развивающихся куриных эмбрионах (РКЭ).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Кыргызском научно-исследовательском институте ветеринарии были проведены исследования по отработке оптимальных условий культивирования ВБН в РКЭ. Образцы были получены из неблагополучных хозяйств. В аллантоисную полость 10-дневных куриных эмбрионов были инокулированы 20% гомогенизированных образцов. Объем супернатанта 0,2 мл. После инкубации в течение трех дней при 37 °С аллантоисные жидкости испытывали на реакции гемагглютинации (РГА) в соответствии с Руководством ВОЗ по диагностике и наблюдению за птичьим гриппом. Аллантоисные жидкости с отрицательными результатами применялись для вторичной инокуляции. В исследовании были использованы куриные эмбрионы, полученные из инкубатора, инкубированные в термостате при температуре 37 °С и влажности 60–70%. Эмбрионы 9–11-дневного возраста заражали, вводя по 0,2 мл вируссодержащего материала в аллантоисную полость. Для этого в скорлупе на стороне зародыша на 5–6 мм выше границы воздушной камеры делали отверстие диаметром около 1 мм. Иглу вводили параллельно продольной оси на глубину 10–12 мм. После инъекции отверстие в скорлупе закрывали. Индикация выделенного вируса была проведена в РГА [5-7].

Реакция гемагглютинации проведена в соответствии с руководством ВОЗ по диагностике и контролю болезни Ньюкасла. РГА используется с целью определения наличия

вируса в исследуемом материале и его титрования. Гемагглютинины входят в состав вирусной частицы (вириона) и могут содержаться в инфицированных вирусом аллантоисной и амниотической жидкостях, оболочках и органах куриного эмбриона; в легких, печени и селезенке погибшей птицы; в жидкой и клеточной фракциях культур ткани. Качественную оценку РГА проводили по степени агглютинации клеток крови от «+» до «++++».

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с помощью пакета программ SPSS 12.0 для ОС Windows. Достоверность полученных отличий определяли с использованием t-критерия Стьюдента. Статистически значимыми различия считали при $P \leq 0,05$. Экспериментальные данные представлены в виде среднего значения ($\bar{X}$) и стандартной ошибки среднего значения ($\pm SE$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В племенных птицеводствах для иммунизации взрослого маточного поголовья ветеринарные специалисты отдают предпочтение инактивированным вакцинам. Использование для их приготовления высоковирулентных велогенных штаммов вируса болезни Ньюкасла не всегда оправданно с противозэпизоотической точки зрения из-за возможной остаточной вирулентности. С целью испытания более широкого спектра вакцинных штаммов возникла необходимость отработать оптимальные условия культивирования имевшегося в наличии мезогенного штамма ВБН, обеспечивающие максимальное его накопление в РКЭ, и дать оценку пригодности данного сырья для использования в указанном выше целевом направлении. Первоначально испытывали влияние на уровень накопления вируса заражающей дозы и объема инокулируемого в РКЭ вируссодержащего материала. С этой целью лиофильно высушенный вируссодержащий материал штамма ВБН с биологической активностью $8,78 \pm 0,15 \lg \text{ЭИД}_{50}/\text{см}^3$

разводили физиологическим раствором хлористого натрия в степени от 10^{-1} до 10^{-8} .

Разведениями вируса 10^{-1} до 10^{-8} инфицировали 10-суточные развивающиеся куриные эмбрионы в аллантоисную полость в объеме 0,1 и 0,2 см³ (дозы от $6 \cdot 10^4$ до 0,6 ЭИД₅₀ на эмбрион и от $1,2 \cdot 10^5$ до 1,2 ЭИД₅₀ на эмбрион соответственно). На каждый вариант заражения использовали по 10 РКЭ. Инфицированные эмбрионы инкубировали

при испытанном для других штаммов режиме. Начиная с 24 ч после заражения эмбрионы овоскопировали через каждые 6 ч, а погибшие помещали на охлаждение при температуре $(4 \pm 2) ^\circ\text{C}$ [8-10].

Уровень накопления вируса оценивали в количественной РГА по титрам его гемагглютининов в аллантоисную жидкость. Результаты исследований представлены в таблице.

Уровень накопления вируса болезни Ньюкасла в РКЭ
Degree of Newcastle virus accumulation in RKE

Объем вводимого материала, см ³	Титры гемагглютининов при разведениях вирусодержащего материала					
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
0,1	358±79	313±54	384±99	320±53	99±47	25±15
0,2	302±62	320±47	295±41	320±80	311±39	359±87

Данные таблицы свидетельствуют, что при объеме инокулируемого вирусодержащего материала 0,1 см³ накопление гемагглютининов штамма ВБН происходит на высоком уровне и существенно не различается ($P > 0,5$) при использовании для заражения РКЭ разведений вируса до 10^{-6} (доза в данном случае ~ 60 ЭИД₅₀). При заражении РКЭ меньшими дозами этого же объема материала уровень накопления гемагглютининов существенно снижается ($P < 0,01$). При испытании объема вводимого материала в количестве 0,2 см³ вне зависимости от заражающей дозы накопление гемагглютининов оказалось практически одинаковым ($P > 0,5$).

ВЫВОДЫ

1. При заражении развивающегося куриного эмбриона штаммом ВБН с биологической активностью не ниже 8,8 lg ЭИД₅₀/см³ можно использовать любые разведения вируса при объеме вводимого материала 0,2 см³ и разведения до $1:10^6$ при объеме инокулята 0,1 см³.

2. При отработанных вариантах культивирования штамма ВБН возможно проведение наработки вирусодержащего сырья для отработки технологии приготовления инактивированного препарата против ВБН.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Болезни домашних и сельскохозяйственных птиц* / под ред. Б. У. Келнека, Х. Дж. Барнса, Ч. У. Биэрда [и др.]. – 2003. – 1232 с.
2. Gough R. E., Allan W. H. Aerosol vaccination against Newcastle disease using the Ulster strain. // *Avian Path.* – 1976. – Vol. 5. – P. 81–95.
3. Lam K. M., Hao Q. Vaccination of cyclophosphamide-treated chickens against Newcastle disease virus interferon // *Vet. Microbiol.* – 1994. – Vol 45, N 1–2. – P. 41–48.
4. Newcastle disease vaccine on scratch feeds // *World poultry.* – 1989. – Vol. 53, N 8. – P. 12.
5. Newcastle disease. OIE Manual of Standards for Diagnostic Tests and Vaccines, in Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals: Mammals, Birds and Bees // Office Internationaldes Epizootics. – Paris, 2009. – Chapter 2.3.14. – P. 576–589.
6. Meulmanns G. Control by vaccination Newcastle disease. – Boston: Kluver, 1988. – P. 318–332.

7. *Evolutionary dynamics of Newcastle disease virus* / P. J. Miller, L. M. Kim, H. S. Ip, C. L. Afonso // *Virology*. – 2009. – Vol. 391. – P. 64–72.
8. Михайлова В. В., Виткова О. Н., Белоусова Р. В. Изучение некоторых биологических свойств изолятов вируса ньюкаслской болезни, выделенных от голубей // Материалы 3-й конф. по учеб.-метод. и науч.-практ. работе академии. – М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ, 2006. – С. 20–23.
9. Зубцова Р. А., Агеева Л. С. Изучение иммунобиологических свойств вирус вакцины против псевдоочумы птиц из штамма Ла-Сота // Актуальные вопросы ветеринарной вирусологии: материалы 3-й Всесоюз. вет.-вирусол. конф. – М., 1967. – Т. 1. – С. 221–222.
10. Хоргуани Г. Эффективность различных методов вакцинации птиц против ньюкаслской болезни // Ветеринария. – 1990. – № 6. – С. 32–34.

REFERENCES

1. Kelneka B. U., Barnsa D. H., Biehrda Ch. U. *Bolezni domashnih i sel'skohozyajstvennyh ptic* (Diseases of domestic and farm birds), 2003, 1232 p.
2. Gough. R. E., Allan W. H. Aerosol vaccination against Newcastle disease using the Ulster strain, *Avian Path.*, 1976, Vol. 5, pp. 81–95.
3. Lam. K. M., Hao Q. Vaccination of cyclophosphamide-treated chickens against Newcastle disease virus interferon, *Vet. Microbiol.*, 1994, No. 1–2 (45), pp. 41–48.
4. Newcastle disease vaccine on scratch feeds, *World poultry*, 1989, No. 8 (53), 12 p.
5. Newcastle disease, OIE Manual of Standards for Diagnostics Tests and Vaccines, in Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals: Mammals, Birds and Bees, *Office Internationaldes Epizootics*, Paris, 2009, pp. 576–589, Chapter 2.3.14.
6. Meulmanns. G. *Control by vaccination Newcastle disease*, Boston: Kluver, 1988, pp. 318–332.
7. Miller. P. J., Kim. L. M., Ip. H. S., Afonso C. L. Evolutionary dynamics of Newcastle disease virus, *Virology*, 2009, Vol. 391, pp. 64–72.
8. Mihajlova V. V., Vitkova O. N., Belousova R. V. *Izuchenie nekotoryh biologicheskikh svojstv izolyatov virusa n'yukaslskoj bolezni, vydelennyh ot golubej* (Study of some biological properties of Newcastle disease virus isolates isolated from pigeons), Proceeding of the Scientific and Practical Conference, Moscow: FGOU VPO MGAVMiB, 2006, pp. 20–23. (In Russ.)
9. Zubcova R. A., Ageeva L. S. *Izuchenie immunobiologicheskikh svojstv virus vakciny protiv psevdochumy ptic iz shtamma La-Sota, Aktual'nye voprosy veterinarnoj virusologii* (Topical issues of veterinary virology), Proceeding of the National Conference, Moscow, 1967, Vol. 1, pp. 221–222. (In Russ.)
10. Iorguani G. *EHffektivnost» razlichnyh metodov vakcinacii ptic protiv n'yukaslskoj bolezni*, *Veterinariya*, 1990, No. 6, pp. 32–3.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОБЕЛКОВЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК В РАЦИОНАХ КОРОВ

Ф. М. Раджабов, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

М. Т. Достов, кандидат сельскохозяйственных наук

М. М. Курбанов, соискатель

Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур,

Душанбе, Таджикистан

E-mail: rajabov-65@mail.ru

Ключевые слова: высокопродуктивные коровы, кормление, хлопчатниковый жмых, льняной жмых, рапсовый жмых, молочная продуктивность, химический состав молока, физические показатели молока

Реферат. В Республике Таджикистан для производства растительного масла наряду с семенами хлопчатника используют семена льна и рапса. Однако до настоящего времени в условиях республики вопросы влияния хлопчатникового, льняного и рапсового жмыхов, которые являются высокобелковыми кормовыми добавками, на молочную продуктивность, состав и свойства молока коров остаются не изученными. В данной статье изложены результаты двух научно-хозяйственных опытов по изучению влияния хлопчатникового, льняного и рапсового жмыхов на молочную продуктивность, качество и физико-химические показатели молока высокопродуктивных коров таджикского типа черно-пестрой породы. Установлено, что использование различных жмыхов в кормлении коров в период раздоя повышает молочность коров, улучшает качество и физико-химические показатели молока. По удою молока натуральной жирности опытные группы коров, получавшие различные виды жмыха, превосходили контрольных на 5,9–12,3, а по удою 4 %-го молока – на 12,0–17,9 %. От коров опытных групп получено на 6,55–11,51 кг больше молочного жира. Затраты кормов в ЭКЕ на 1 кг молока 4 %-й жирности в опытных группах коров были на 7,7–15,2 % ниже по сравнению с контролем. По органолептическим и санитарно-гигиеническим показателям молоко, полученное от коров опытных групп, было высшего сорта и отвечало требованиям государственного стандарта на закупаемое молоко. Содержание жира увеличилось на 0,08–0,19 %, общего белка – на 0,07–0,15, сухого обезжиренного молочного остатка – на 0,07–0,16, сухого вещества – на 0,15–0,35 %. По химическому составу наилучшим оказалось молоко коров, которым скармливали льняной жмых. Примерно одинаковым во всех группах было содержание молочного сахара, золы, кальция, фосфора. Себестоимость 1 ц молока в опытных группах была на 6,3–12,7 % ниже, а уровень рентабельности производства молока – на 9,8–16,3 % выше по сравнению с контрольными группами.

EFFICIENCY OF HIGH-PROTEIN FEED ADDITIVES IN THE COWS DIET

Radzhabov F.M., Doctor of Agricultural Sc., Professor

Dostov M.T., Candidate of Agriculture

Kurbanov M.M., PhD-student

Tadjik Agrarian University named Shirinsho Shotemur Dushanbe, Tadjikistan

Key words: high-producing cow, feeding, cotton seed cake, linseed cake, rapeseed cake, dairy productivity, chemical composition of milk, physical parameters of milk.

Abstract. In the Republic of Tajikistan, linseeds, cotton seeds and rape seeds are used for producing vegetable oil. The authors highlight that until now the impact of cotton, linseed and rapeseed cake, which are seen as high-protein feed additives, on the dairy productivity, composition and properties of milk are not sufficiently investigated for the conditions of the country. The paper highlights the results of two scientific and economic experiments on investigation of the impact caused by cotton, linseed and rapeseed cake on the milk productivity, quality and physical and chemical parameters of milk of high-productive cows of the Black-and-WhiteTajik type breed. The researchers found out that application of various seed cakes when feeding cows in DIM increases the milk yield and improves the quality and physical and chemical parameters of milk. The authors observed experimental cows which received different types of seed cake and the milk their produced and found out that experimental cows exceeded 5.9-12.3 % according to the parameters of milk of natural fat; 4% milk - on 12.0-17.9 %. The cows from experimental groups produced 6.55-11.51 kg milk fat more. Feed costs in energetic feed unit pro 1 kg of 4-% -milk were 7.7-15.2% lower in the experimental groups of cows in comparison with the control group. According to organoleptic and sanitary-hygienic parameters, the milk produced by the cows from experimental groups was of higher quality and fulfilled the requirements of the state standard for purchased milk. Fat concentration increased on 0.08-0.19%; total protein - on 0.07-0.15, dry skimmed milk residue - on 0.07-0.16 and dry matter - on 0.15-0.35%. According to the chemical composition, the milk produced by cows, which were fed with linseed cake was the best one. The content of milk sugar, ash, calcium and phosphorus was approximately the same in all the groups. The cost of 1 centner of milk in the experimental groups was 6.3-12.7% lower, and the profitability level of milk production was 9.8-16.3% higher in comparison with the control groups.

Молоко – ценный продукт питания человека. Его потребление постоянно растёт. В связи с этим увеличение производства молока и молочных продуктов является одним из основных критериев обеспечения продовольственной безопасности страны.

Установлено, что уровень молочной продуктивности, качество продукции, здоровье, продолжительность хозяйственного использования коров определяются в первую очередь уровнем кормовой базы, качеством кормов и сбалансированностью рационов по энергии, питательным и биологически активным веществам [1–2].

В теории кормления сельскохозяйственных животных проблемы нормирования потребностей в питательных веществах и составления сбалансированных рационов, обеспечивающих животных энергией и всеми необходимыми питательными веществами, занимают центральное положение [2–6].

Полноценное и эффективное кормление возможно при разработке адаптивной системы кормления, которая учитывает местные условия кормопроизводства и условия ведения животноводства [7–9]. Природные

и экономические условия разных зон неодинаковы для кормопроизводства и развития животноводства. С учетом этих условий разрабатывают типы кормления и типовые рационы для сельскохозяйственных животных. Наибольшее значение они имеют при кормлении крупного рогатого скота и особенно дойных коров [4, 6–10].

Исходя из вышеизложенного, большое теоретическое и практическое значение имеет разработка системы полноценного кормления высокопродуктивных коров в зависимости от природно-климатических и кормовых условий, особенностей кормовой базы Республики Таджикистан.

В Республике Таджикистан хлопководство является одной из основных отраслей сельского хозяйства. После первичной обработки хлопка-сырца семена его используют для получения растительного масла. Наряду с этим в республике для получения масла широко используют семена льна и рапса.

В научной литературе мало сведений о сравнительном изучении влияния хлопчатникового, льняного и рапсового жмыхов, которые являются высокобелковыми кормовыми до-

бавками, на молочную продуктивность и технологические свойства молока высокопродуктивных коров, а в условиях Таджикистана данный вопрос остается не изученным.

В связи с этим исследования по сравнительному изучению эффективности включения хлопчатникового, льняного и рапсового жмыхов в рационы высокопродуктивных коров в условиях Республики Таджикистан актуальны и имеют определенное теоретическое и практическое значение.

Целью нашей работы являлось сравнительное изучение эффективности использования различных высокобелковых кормовых добавок в кормлении коров с удоем 6000–6500 кг молока за лактацию в условиях Республики Таджикистан.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования были проведены в племенном хозяйстве им. Л. Муродова Гиссарского района – ведущем племенном хозяйстве Республики Таджикистан по разведению и совершенствованию скота таджикского типа черно-пестрой породы.

Научно-хозяйственные опыты проводили на новотельных коровах с продуктивностью 6000–6500 кг молока за лактацию по общепринятым методам постановки зоотехнических опытов [11]. Изучение показателей качества и технологических свойств молока проводили по методикам Р.Б. Давыдова [12], П.В. Кугенева, Н.В. Барабанщикова [13], Г.Н. Крусь и др. [14].

Научно-хозяйственные опыты проводили в летний и зимний периоды. Для первого опыта отобрали 36 голов, для второго – 32. Животных разделили на 4 группы: в первом опыте по 9, во втором – по 8 коров в каждой группе. Первый научно-хозяйственный опыт был проведен с 12 июля по 5 октября 2016 г., второй – с 4 декабря 2017 г. по 27 марта 2018 г. Продолжительность учетного периода первого опыта составила 85, второго – 114 дней.

В проведенных опытах 1-я контрольная группа коров получала рацион, в первом опы-

те (летний период) состоящий из травы люцерны, зеленой массы кукурузы, кормовой свеклы и комбикорма; во втором опыте (зимний период) – из люцернового и горного сена, силоса, сенажа, сахарной свеклы и комбикорма. Коровам 2, 3 и 4-й опытных групп, в летний период за счет сокращения дачи травы люцерны, а в зимний период за счет уменьшения количества силоса и сенажа скармливали соответственно по группам по 2 кг хлопчатникового, льняного и рапсового жмыха.

Рационы были составлены с учетом фактического химического состава и питательности используемых кормов в соответствии с детализированными нормами кормления ВИЖ (2003 г.).

Молочную продуктивность коров устанавливали путем проведения контрольных удоев три раза в месяц. Один раз в месяц определяли химический состав молока и его физические свойства по общепринятым методикам.

Статистическая обработка полученных данных выполнена методом вариационной статистики по Н.А. Плехинскому [15] на персональном компьютере с применением программы Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рационы лактирующих коров корректировали еженедельно с учетом продуктивности, содержания питательных веществ в задаваемых кормах. Рационы кормления подопытных коров в среднем за период опыта приведены в табл. 1.

Для восполнения недостающего количества фосфора, меди, кобальта, марганца, йода и балансирования рационов по их содержанию в состав комбикорма вводили мононатрийфосфат и соли микроэлементов.

В первом опыте в рационах коров 2, 3 и 4-й групп за счет жмыхов увеличилось содержание сырого протеина на 172–268 г, переваримого протеина – на 96–208, сырого жира – на 18–74; во втором опыте соответственно на 123–219; 115–227 и 25–81 г по

Таблица 1

Состав (кг) и питательность рационов кормления коров
Content (kg) and nutrient value of cows diet

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
<i>Первый опыт</i>				
Трава люцерны	32	22	22	22
Зеленая масса кукурузы	33	33	33	33
Кормовая свекла	10	10	10	10
Хлопчатниковый жмых	-	2	-	-
Льняной жмых	-	-	2	-
Рапсовый жмых	-	-	-	2
Комбикорм	5,5	5,5	5,5	5,5
В рационе содержится				
ЭКЕ	21,15	21,17	21,25	21,11
сухого вещества, кг	21,43	20,71	20,73	20,73
сырого протеина, г	2990	3258	3190	3162
переваримого протеина, г	2179	2387	2303	2275
сырого жира, г	900	918	960	974
сырой клетчатки, г	4560	4164	4100	4126
крахмала, г	2360	2351	2363	2317
сахара, г	2357	2359	2311	2217
<i>Второй опыт</i>				
Сено люцерновое	2	2	2	2
Сено горное	3	3	3	3
Силос кукурузный	20	19	19	19
Сенаж люцерновый	16	11	11	11
Сахарная свекла	14	14	14	14
Хлопчатниковый жмых	-	2	-	-
Льняной жмых	-	-	2	-
Рапсовый жмых	-	-	-	2
Комбикорм	6	6	6	6
В рационе содержится				
ЭКЕ	22,80	22,80	22,88	22,74
сухого вещества, кг	23,95	23,42	23,44	23,44
сырого протеина, г	3528	3747	3679	3651
переваримого протеина, г	2375	2602	2518	2490
сырого жира, г	805	830	872	886
сырой клетчатки, г	5456	5033	4969	4995
крахмала, г	2680	2650	2662	2616
сахара, г	2558	2603	2555	2461

сравнению с 1-й группой. Содержание сырой клетчатки в первом опыте было на 396–460, во втором – на 423–487 г меньше, чем в контрольных группах.

Концентрация энергетических кормовых единиц (ЭКЕ) в 1 кг сухого вещества рациона в первом опыте составляла в 1-й (контрольной) группе 0,99, во 2, 3 и 4-й опытных группах – 1,02, во втором опыте соответственно по группам 0,95; 0,97; 0,98 и 0,97.

Переваримого протеина на одну энергетическую кормовую единицу в 1-й группе первого опыта приходилось 103 г, во 2-й – 113, 3-й и 4-й группах – 108 г, во втором опыте соответственно 104; 114; 107 и 109 г.

В первом опыте сахаро-протеиновое отношение в 1-й группе составляло 1,08:1, во 2-й – 0,99:1, 3-й – 1,00:1 и 4-й – 0,97:1, во втором опыте соответственно 1,08:1; 1,00:1; 1,01:1 и 0,99:1. Отношение кальция к фос-

фору в первом опыте находилось в пределах 1,51–1,71:1, во втором – 1,73–1,91:1.

Из анализа показателей составленных рационов вытекает, что содержание питательных и минеральных веществ, сахаро-протеиновое и кальциево-фосфорное соотношение во всех группах обоих опытов находились в пределах рекомендуемых норм ВИЖ (2003 г.).

В первом опыте по удою молока натуральной жирности 2, 3 и 4-я опытные группы коров, получавшие соответственно хлопчатниковый, льняной и рапсовый жмых, были заметно лучше контроля (табл. 2). Разница по молоку натуральной жирности в пользу опытных коров составила 5,9–9,4 % ($P>0,95$) против контроля.

Таблица 2

Молочная продуктивность коров в первом опыте
Dairy productivity of cows in the 1st experiment

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Среднесуточный удой, кг	25,73	27,81	28,15	27,25
% к контролю	100,0	108,08	109,40	105,91
Удой натуральной жирности за период опыта, кг	2187,0	2363,8	2392,7	2316,2
Содержание жира в молоке, %	3,62	3,75	3,79	3,70
Удой 4%-го молока за период опыта, кг	1979,23	2216,06	2267,08	2142,48
Среднесуточный удой 4%-го молока, кг	23,28	26,07	26,67	25,21
% к контролю	100,0	111,98	114,56	108,29
Молочный жир, кг	79,17	88,64	90,68	85,70

Максимальный удой наблюдался у коров 3-й группы, получавших в составе рациона льняной жмых: коровы данной группы по удою молока натуральной жирности превосходили 2-ю группу на 1,22 % ($P<0,95$), 4-ю – на 3,30 ($P<0,95$) и 1-ю на 9,40 % ($P>0,95$).

В опытных группах коров получено на 8,3–14,6 % ($P>0,95$) больше 4%-го молока по сравнению с контрольными животными. Аналогичные различия между группами наблюдались и по количеству молочного жира: от коров 2, 3 и 4-й опытных групп получено соответственно на 9,47; 11,51 и 6,53 кг больше молочного жира.

Во втором опыте по надою молока натуральной жирности животные 2, 3 и 4-й групп превосходили 1-ю соответственно на 10,1; 12,3 и 8,3 % ($P>0,95$). Среднесуточный удой в 1-й группе был на уровне 26,14 кг, во 2-й – 28,78; 3-й – 29,35 и в 4-й – 28,31 кг.

В перерасчете на 4%-ю жирность молочная продуктивность коров, получавших различные жмыхи, была выше по сравнению с контролем на 12,28–17,92 % ($P>0,95$). Молочного жира от коров 2, 3 и 4-й опытных

групп получено соответственно на 16,68; 20,26 и 13,91 кг больше.

За период опыта на 1 кг молока 4%-й жирности во 2, 3 и 4-й опытных группах коров было израсходовано 0,80–0,81; 0,78–0,80 и 0,82–0,84 ЭКЕ, что на 11,0–13,0; 12,1–15,2 и 7,7–10,9 % ниже по сравнению с контролем. Такая же тенденция установлена в затратах протеина, сухого вещества и концентратов.

В современных условиях наряду с увеличением продуктивности коров необходимо уделять большое внимание и повышению пищевой ценности молока, потому что многие технологические свойства при его переработке на молочные продукты зависят от качества и состава молока, соотношения отдельных элементов, его физических и биохимических свойств.

В связи с этим изучение химического состава и физических свойств молока, получаемого в хозяйствах, имеет большое значение. От химического состава молока зависят его пищевая ценность, качество и выход молочных продуктов. Кроме того, качество и физико-химические показатели молока определяют его стоимость и экономическую эффек-

тивность производства продукции и в целом отрасли.

Использование в кормлении высокопродуктивных коров различных видов жмыхов способствовало заметному улучшению хи-

мического состава молока, однако степень их влияния была неодинаковой (табл. 3).

Анализ составных частей молока в первом опыте показал, что по химическому составу наилучшим оказалось молоко коров 3-й

Таблица 3

Химический состав молока коров за период первого опыта, %
Chemical composition of milk during the period of the first experiment, %

Показатель	Группа			
	1-я	2-я	3-я	4-я
Жир	3,62±0,09	3,75±0,12	3,79±0,11	3,70±0,07
Белок	3,18±0,05	3,27±0,06	3,32±0,08	3,25±0,04
Сахар	4,45±0,01	4,47±0,01	4,48±0,02	4,44±0,01
Зола	0,71±0,01	0,72±0,02	0,72±0,01	0,71±0,01
СОМО	8,36±0,10	8,48±0,14	8,53±0,12	8,43±0,11
Сухое вещество	11,97±0,14	12,23±0,19	12,31±0,16	12,12±0,13
Кальций, мг%	117,8±3,01	119,1±2,73	120,4±3,27	118,2±2,25
Фосфор, мг%	94,8±2,72	95,5±3,16	96,1±2,51	95,3±2,48

опытной группы, которым скармливали льняной жмых: молоко коров данной группы имело повышенное содержание жира (3,79%), белка (3,32%), лактозы (4,48%), СОМО (8,53%) и сухого вещества (12,31%). Второе место по составу молока занимали коровы 2-й опытной группы, в рацион которых вводили хлопчатниковый жмых. Сравнительно худшие значения показателей состава молока отмечены у коров 1-й контрольной группы, в рацион которых не включали жмых. Молоко коров 4-й опытной группы, которые получали рапсовый жмых, превосходило молоко коров 1-й группы, однако уступали молоку животных 2-й и 3-й опытных групп.

Такая же тенденция по химическому составу молока сохранилась и во втором опыте. Так, в молоке коров 2, 3 и 4-й опытных групп жира содержалось соответственно на 0,16; 0,19 и 0,14, белка – на 0,12; 0,15 и 0,10, сухого обезжиренного молочного остатка – на 0,14; 0,16 и 0,12 ($P>0,95$), сухого вещества – на 0,30; 0,35 и 0,26% ($P>0,99$) больше, чем в молоке коров контрольной группы.

В обоих опытах примерно одинаковым во всех группах было содержание молочного сахара, золы, кальция, фосфора ($P<0,95$).

Плотность и кислотность молока исследуемых групп находились в пределах нормы

и соответствовали молоку высшего сорта. Плотность молока коров опытных групп была на 0,07–0,13°А больше, чем контрольной.

Экономические расчеты показали, что себестоимость 1 ц молока в опытных группах была на 6,3–12,7% ниже, а уровень рентабельности производства молока – на 9,8–16,3% выше по сравнению с контрольными группами.

ВЫВОДЫ

1. Использование высокопротеиновых кормовых добавок в кормлении высокопродуктивных новотельных коров способствует увеличению их молочной продуктивности. По удою молока натуральной жирности опытные группы коров, получавшие различные виды жмыха, превосходили контрольные на 5,9–12,3%, по удою 4%-го молока – на 12,0–17,9% ($P>0,95$).

2. Затраты кормов в ЭКЕ на 1 кг молока 4%-й жирности в опытных группах коров были на 7,7–15,2% ниже по сравнению с контролем. Такая же тенденция установлена в затратах протеина, сухого вещества и концентратов.

3. Включение в состав рациона коров в период раздоя хлопчатникового, льняного

и рапсового жмыха приводит к увеличению в молоке содержания жира на 0,08–0,19, белка – на 0,07–0,15, СОМО – на 0,07–0,16, сухого вещества – на 0,15–0,35%. Сравнительно лучшим по химическому составу оказалось молоко коров, которым скармливали льняной и хлопчатниковый жмыхи. По химическому составу молоко коров, которые получали рапсовый жмых, уступало молоку животных, которым скармливали льняной и хлопчатниковый жмыхи, но превосходило контрольную группу. По содержанию сахара, кальция и фосфора, а также по кислотности и плотности молока между коровами контрольной

и опытных групп не отмечено существенных различий.

4. Органолептические и санитарно-гигиенические показатели, бактериальная обсемененность, количество соматических клеток, плотность и кислотность молока, полученного от коров различных групп, были примерно одинаковыми. Все изученные показатели находились в пределах нормы, молоко коров всех групп соответствовало высшему сорту.

5. Использование жмыхов является экономически эффективным: себестоимость 1 ц продукции молока снижается на 6,3–12,7%, уровень рентабельности отрасли увеличивается на 9,8–16,3%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Влияние уровня кормления на продуктивные качества скота красно-пестрой породы / И. М. Волохов, Л. А. Скачков, А. В. Морозов, В. Н. Макаренко // Зоотехния. – 2016. – № 2. – С. 18–19.*
2. *Успехи в питании молочного скота: Аналитический обзор / Н. Г. Первов, А. С. Аникин, Р. В. Некрасов [и др.]. – Дубровицы: ГНУ ВИЖ Россельхозакадемии, 2012. – 56 с.*
3. *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М., 2003. – 456 с.*
4. *Особенности кормления молочных коров с удоем 8000–10000 кг молока: Аналитический обзор / А. В. Головин, С. В. Воробьева, Н. Г. Первов, А. С. Аникин. – Дубровицы: ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2013. – 56 с.*
5. *Головин А. В., Аникин А. С., Девяткин В. А. Совершенствование норм кормления коров на основе физиологических потребностей // Зоотехния. – 2015. – № 10. – С. 2–4.*
6. *Рекомендации по детализированному кормлению молочного скота: справочное пособие / А. В. Головин, А. С. Аникин, Н. Г. Первов [и др.]. – Дубровицы: ВИЖ им. Л. К. Эрнста, 2016. – 242 с.*
7. *Евстратов А. И., Дуборезов В. И., Дуксин Ю. П. Система адаптивного кормопроизводства и кормления скота // Зоотехния. – 2003. – № 1. – С. 13–15.*
8. *Кирнос И. О. Адаптивная система кормления – решающий фактор в реализации генетического потенциала продуктивности коров // Зоотехния. – 2011. – № 9. – С. 9–11.*
9. *Лимонов В. В., Кирнос И. О., Дуборезов В. М. Оптимизация кормопроизводства для обеспечения нормированного кормления молочных коров // Зоотехния. – 2010. – № 6. – С. 4–6.*
10. *Калашников А. П. О нормах и рационах кормления сельскохозяйственных животных (по поводу 3-го издания детализированных норм) // Зоотехния. – 2007. – № 5. – С. 7–9.*
11. *Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 303 с.*
12. *Давыдов Р. Б. Методика постановки зоотехнических и технологических опытов по молочному делу. – М., ТСХА, 1963. – 186 с.*
13. *Кугенев П. В., Барабаничиков Н. В. Методика постановки опытов и исследований по молочному хозяйству. – М.: ТСХА, 1973. – 184 с.*
14. *Крусь Г. Н., Шальгина А. М., Волокитина З. В. Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 368 с.*
15. *Плохинский Н. А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 252 с.*

REFERENCES

1. Volokhov I. M., Skachkov L. A., Morozov A. V., Makarenko V. N. The effect of feeding on the productive qualities of cattle of the red-and-white breed, *Zootechny*, 2016, No. 2, pp. 18–19. (In Russ.)
2. Pervov N. G., Anikin A. S., Nekrasov R. V. Successes in feeding dairy cattle. Analytical review, Dubrovitsy: GNU VISZh Russian Agricultural Academy, 2012, 56 p.
3. Kalashnikova A. P., Fisinina V. I., Scheglova V. V., Kleimenov N. I. Norms and diets feeding farm animals: right. manual, Moscow, 2003, 456 p.
4. Golovin A. V., Vorobeva S. V., Pervov N. G., Anikin A. S. Features of feeding dairy cows with milk yield of 8000–10000 kg of milk: Analytical review Dubrovitsy: VIZH them. L. K. Ernst, 2013, 56 p.
5. Golovin A. V., Anikin A. S., Devyatkin I. A. Improving the rate of feeding of cows based on physiological needs, *Zootechny*, 2015, No. 10, pp. 2–4. (In Russ.)
6. Golovin A. V., Anikin A. S., Pervov N. G. Recommendations for detailed feeding of dairy cattle: a reference guide, Dubrovitsy: VIZH them. L. K. Ernst, 2016, 242 p.
7. Evstratov A. I., Duborezov V. I., Duksin Yu. P. System of adaptive fodder production and cattle feeding, *Zootechny*, 2003, No. 1, pp. 13–15. (In Russ.)
8. Kirnos I. O. Adaptive feeding system – a decisive factor in the implementation of the genetic potential of the productivity of cows, *Zootechny*, 2011, No. 9, pp. 9–11. (In Russ.)
9. Limonov V. V., Kirnos I. O., Duborezov V. M. Optimization of fodder production to ensure the normalized feeding of dairy cows, *Zootechny*, 2010, No. 6, pp. 4–6. (In Russ.)
10. Kalashnikov A. P. On the norms and diets of feeding farm animals (regarding the 3rd edition of the detailed norms) *Zootechny*, 2007, No. 5, pp. 7–9. (In Russ.)
11. Ovsyannikov A. I. Fundamentals of experienced business in animal husbandry, Moscow: Kolos, 1976, 303 p.
12. Davydov, R. B. Methods of setting zootechnical and technological experiments in the dairy business, Moscow, TSCA, 1963, 186 p.
13. Kugenev P. V., Drummers N. V. Methods of conducting experiments and research on dairy farming, Moscow, TSCA, 1973, 184 p.
14. Kruss G. N., Shalgina A. M., Volokitina Z. V. Methods for the study of milk and dairy products, Moscow: Kolos, 2000, 368 p.
15. Plokhinsky N. A. Guide for biometrics for livestock, Moscow: Kolos, 1969, 252 p.

МОНОХРОМАТИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ В ПТИЧНИКЕ

И. В. Сиянова, кандидат биологических наук

Дальневосточный зональный научно-исследовательский
ветеринарный институт, Благовещенск, Россия
E-mail: sijnova@mail.ru

Ключевые слова: молодняк кур,
монохроматическое освеще-
ние, люминесцентные лампы,
физиологическое состояние

Реферат. В условиях Амурской области в научно-исследовательской работе изучено влияние монохроматического освещения на ремонтный молодняк кросса Декалб Уайт в период его выращивания с суточного по 115-дневный возраст. Исследование проведено в условиях птицефабрики «Белогорская». В цехе выращивания ремонтного молодняка по принципу пар-аналогов было сформировано четыре группы цыплят по 200 голов в каждой. В группах птицы для освещения использовали компактные люминесцентные лампы с разной цветовой температурой. В контрольной группе молодняка применили белое освещение, в 1-й опытной группе – желтое, во 2-й опытной – зеленое и в 3-й опытной – голубое. У молодняка в возрасте 30, 60 и 90 дней брали кровь для морфобиохимического анализа. В эти же сроки выполняли контрольное взвешивание птицы. В конце опыта для изучения развития внутренних органов молодок забили по три курочки из каждой группы. В исследовании установлено, что при белом освещении морфобиохимические показатели крови ремонтного молодняка имели меньшие отклонения от физиологических норм, чем при желтых, зеленых и голубых лампах. В частности, в начале периода выращивания под желтыми лампами в сыворотке крови цыплят выше возрастной нормы оказалась концентрация гамма-глобулиновой фракции белка, а содержание альбуминов – ниже. В сравнении с контролем у молодняка под зелеными и голубыми лампами было выше количество билирубина ($P < 0,05$) и уровень активности аспарагиновой аминотрансферазы ($P < 0,001$). В середине и к концу периода выращивания у цыплят при зеленом и голубом освещении могло наблюдаться увеличение количества лейкоцитов, креатинина, мочевой кислоты, повышение уровня активности аспарагиновой аминотрансферазы. Разница с результатами анализов крови молодняка, выращенного при белом освещении, в большинстве случаев была достоверной. Контроль за ростом и развитием ремонтного молодняка в возрасте 30 и 60 дней показал, что средняя живая масса цыплят при белом освещении на 1,5–3,9 % больше, чем у птицы опытных групп. В 90-дневном возрасте средняя живая масса молодняка всех групп была на одном уровне. Результаты контрольного убоя 115-дневных курочек, выращенных при разном освещении, были схожими, половая зрелость одинаковая.

MONOCHROMATIC LIGHTING IN THE POULTRY HOUSE

Siianova I.V., Candidate of Biology

Far-East Zonal Research Institute of Veterinary medicine, Blagoveshchensk, Russia

Key words: chickens, monochromatic light, luminous tube lamp, physiological status.

Abstract. The paper explores the impact of monochromatic illumination on replacement chickens of Decalb White cross-breed in the conditions of the Amur region. The chickens were grown from 1 day to 115 days age. The research was conducted in the conditions of the poultry farm “Belogorskaya”.

The authors arranged four groups according to the principle of steam-analogues; each group contained 200 chickens and the experiment was carried out in the production unit. The researchers used luminous tube lamp with different colour temperatures for lighting. White lighting was used in the control group, yellow - in the first experimental group, green - in the second experimental group and blue - in the third experimental group. The researchers made blood test of chickens aged 30, 60 and 90 days for morphological and biochemical analysis. The authors carried out control weighing of the poultry at that time. At the end of the experiment, three pullets from each group were slaughtered in order to study the organs. The paper highlights morphological and biochemical blood parameters of replacement chickens at the white light had lower deviations from the physiological rate than at yellow, green and blue lamps. At the beginning of growing under yellow lamps, the concentration of gamma-globulin fraction of protein in the blood serum of chickens was higher than the age rate and the content of albumins was lower. Compared to the control group, the amount of bilirubin ($P<0.05$) and the activity level of asparagine aminotransferase ($P<0.001$) were higher under green and blue lamps. In the middle and at the end of the growing period, the number of leukocytes, creatinine, uric acid and asparagine aminotransferase may have increased in chickens under green and blue light. The difference among the results of blood tests of chickens grown under white light was, mostly reliable. When controlling the growth and development of replacement chickens aged 30 and 60 days the authors observed that the average body weight of chickens in white light was 1.5-3.9% higher than in the poultry of experimental groups. The average body weight of the chickens aged 90 days from all the groups was at the same level. The results of the control slaughter of pullets aged 115-days and grown under different lighting conditions were similar, and their sexual maturity was the same.

При промышленном производстве пищевых яиц применение интенсивной системы выращивания ремонтного молодняка и содержания взрослой птицы позволяет птицефабрикам равномерно в течение года осуществлять производство продуктов птицеводства. Метод клеточного выращивания ремонтного молодняка остается наиболее экономически эффективным. Использование гибридной яичной птицы, кормовых добавок, улучшенных с учетом новейших достижений в области разведения яичных кур, современного механизированного оборудования, автоматически регулируемого микроклимата позволяет увеличить выход кондиционных курочек к концу периода выращивания [1].

Обеспечить хорошие результаты при клеточном выращивании ремонтного молодняка позволяет строгое соблюдение рекомендаций по технологии содержания и кормления птицы. Однако неблагоприятное влияние на рост и развитие цыплят могут оказывать мероприятия по дебикированию, пересадке птицы из одних клеток в другие, ограниченность пространства клеток. К нарушению обмена веществ у цыплят приводят иммунизация, на-

личие микотоксинов в кормах. Отрицательное влияние на развитие молодняка и его сохранность оказывает отклонение параметров микроклимата от нормативных требований. Микроклимат в птичнике во многом зависит от зонального климата, времени года, эффективности применяемых систем создания микроклимата в птичнике и пр. Повышение или понижение температуры и влажности окружающего воздуха в цехе, увеличение освещенности за счет приоткрытых для проветривания форточек является стрессовой ситуацией для ремонтного молодняка. В результате действия стресс-факторов увеличиваются отход птицы и ее выбраковка [2–8].

Уменьшить действие негативных факторов на птицу позволяет периодический контроль микроклимата в птичнике, одним из важнейших параметров которого для птицы является освещение. На птицефабриках программы освещения, представленные в руководствах по содержанию яичной птицы, корректируются в зависимости от предполагаемой продуктивности и сроков эксплуатации кур-несушек, собственной многолетней практики. Использование монохроматических источников света в програм-

мах освещения зачастую не предусматривается. Однако практикой доказано, что в период выращивания ремонтного молодняка ошибки, допущенные в регулировании режима освещения, а также его качественного состава, могут оказаться непоправимыми в период яйценоскости птицы [9–13].

Помимо контроля показателей микроклимата положительный эффект при выращивании ремонтного молодняка дает детальная оценка состояния птицы. При периодическом взвешивании цыплят и оценке ювенальной линьки проводится забор крови для исследования гематологических и биохимических показателей, контролируется развитие внутренних органов, в том числе органов размножения, выполняется гистологическое исследование образцов тканей и органов птицы. Это позволяет вовремя скорректировать условия выращивания ремонтного молодняка, особенно в течение первых недель. Снижение живой массы цыплят в этот период негативно отражается на дальнейшем росте и развитии птицы, ее будущей продуктивности [14–17].

Применение в птичнике определенно по качественным характеристикам освещения может способствовать поддержанию нормального течения физиологических процессов в организме ремонтного молодняка в период его выращивания. Поэтому цель научно-исследовательской работы состояла в сравнительном изучении цветных компактных люминесцентных ламп при клеточном выращивании ремонтного молодняка яичных кроссов для определения цвета ламп, при котором показатели роста и развития цыплят будут оптимальными.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыт проведен в Амурской области на Белогорской птицефабрике и в ФГБНУ ДальЗНИВИ г. Благовещенска с октября 2017 г. по январь 2018 г.

Новизна заключалась в изучении влияния монохроматического и белого освещения на

физиологическое состояние ремонтного молодняка яичных кур при его клеточном выращивании в холодный период года.

Объектом исследования являлся ремонтный молодняк кросса кур Декалб Уайт в период жизни с суточного по 115-суточный возраст.

Белогорская птицефабрика в цехах выращивания ремонтного молодняка использовала китайские компактные люминесцентные лампы белого, желтого и зеленого цвета. Технические характеристики ламп: мощность 11 Вт, световой поток 780 лм, тип цоколя G 23, цветовая температура белых ламп – 4500 К, желтых – 2800–3000 К, зеленых – 530–550 нм. В нашем опыте были использованы лампы, имеющиеся в хозяйстве, и дополнительно – аналогичные по техническим характеристикам китайские компактные люминесцентные лампы голубого цвета с цветовой температурой 8000 К.

Для проведения исследования в цехе выращивания ремонтного молодняка по методу пар-аналогов было сформировано четыре группы суточных цыплят. Каждая группа содержала по 200 голов молодняка – клинически здорового, нормально развитого и однородного по массе. Группы разместили в одной зоне птичника на третьем ярусе батарей фирмы Биг Дачмен. Контрольную группу расположили под белыми лампами, 1-ю опытную – под желтыми, 2-ю опытную – под зелеными и 3-ю опытную – под голубыми. Внутренние стенки клеток заделали белым пластиком (пометный лист). Остальные технологические параметры выращивания ремонтного молодняка: микроклимат, кормление, поение, вакцинация и т.д. – были стандартными для всей птицы.

В зоне расположения контрольной и опытных групп цыплят контролировали следующие параметры микроклимата: освещенность, концентрацию аммиака и углекислого газа в воздухе, температуру и относительную влажность воздуха [11].

Влияние цвета освещения на состояние ремонтного молодняка устанавливали исходя из анализа крови: морфологического и биохимического.

мического. Для этого в 30-, 60- и 90-дневном возрасте птицы в утренние часы осуществляли взятие крови из сердца у 10 голов из каждой группы. В те же сроки взвешивали по 100 голов цыплят из каждой группы. Для контрольного убоя методом декапитации выбирали из каждой группы по три средних по развитию и живой массе курочки (1200 г) в возрасте 115 дней. Взвешивание птицы перед убоем производили на весах РН-10Ц13У. Анатомическое исследование внутренних органов осуществляли в соответствии с методами, предложенными Г.Г. Автандиловым [5]. Массу внутренних органов определяли с точностью до 0,0001 г на весах фирмы Shinko Denshi CO. Измерение длины яйцевода производили при помощи линейки и навощенной нитки. В работе пользовались общепринятыми методами исследования крови [2, 4] с применением диагностических наборов компании «Витал» к биохимическим анализаторам StatFax 3300 и StatFax 1904-R.

Полученные результаты исследования анализировали, руководствуясь физиологическими нормами крови для яичных цыплят белых кроссов кур [1, 4] и стандартными величинами живой массы для кур финального гибрида, представленными в руководстве по работе с птицей кросса Декалб Уайт.

Экспериментальные данные были подвергнуты математической обработке при помощи программы Microsoft Office Excel [3], достоверность различий результатов устанавливали с помощью статистического критерия Стьюдента (t-критерий).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В опыте показатели микроклимата в зоне нахождения контрольной и опытных групп ремонтного молодняка были схожими и, кроме относительной влажности воздуха, находились в пределах норм, предусмотренных НТП АПК 1.10.05.001. – 01. Относительная влажность воздуха в цехе по причине отсутствия системы увлажнения была на уровне 40% сразу после посадки суточных цыплят и постепенно приходила в норму в течение 4 недель.

Одним из основных критериев оценки влияния светового излучения цветных ламп на рост и развитие ремонтного молодняка послужил анализ лабораторных данных. Морфологические показатели крови 30-дневных цыплят всех групп значимо не различались (табл. 1). В опытных группах отмечено лишь недостоверное увеличение содержания лейкоцитов.

Таблица 1

Морфологические и биохимические показатели крови цыплят в начале периода выращивания в возрасте 30 дней (M±m)
Morphological and biochemical parameters of chickens' blood at the beginning of growing period (chickens aged 30 days) (M±m)

Показатели	Норма %	Группа						
		контрольная (белые КЛЛ)	1-я опытная (желтые КЛЛ)	опыт к конт- ролю, %	2-я опытная (зеленые КЛЛ)	опыт к конт- ролю, %	3-я опытная (голубые КЛЛ)	опыт к конт- ролю, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гемоглобин, г/л	73,0–89,0	75,90±6,97	74,40±4,29	98,0	70,70±3,82	93,1	73,60±2,73	97,0
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,70–2,10	2,02±0,13	2,00±0,21	99,0	1,88±0,13	93,1	1,97±0,29	97,5
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	26,60–30,20	29,10±2,60	35,50±6,24	122,0	33,20±7,88	114,1	32,20±6,96	110,7
Базофилы, %	3,70	2,20±0,71	1,30±0,58	59,1	0,80±0,29	36,4	2,20±0,71	100,0
Эозинофилы, %	3,00	0,20±0,13	0,00±0,00	0,0	0,00±0,00	0,0	0,00±0,00	0,0
Псевдоэозинофилы, %	28,00	32,50±4,72	38,10±5,83	117,2	28,90±6,05	88,9	26,70±4,52	82,2
Лимфоциты, %	62,00	65,01±4,61	61,50±5,46	94,5	71,30±5,26	109,5	71,10±4,72	109,2
Моноциты, %	3,30	0,00±0,00	0,00±0,00	100,0	0,00±0,00	100,0	0,00±0,00	100,0
Общий белок, г%	3,10–4,00	4,67±0,07	4,68±0,07	100,2	4,48±0,11	95,9	4,50±0,09	96,4
Альбумины, %	38,60	41,69±2,14	33,34±1,16**	80,0	40,88±2,56	98,1	41,33±1,37	99,1
α-глобулины, %	23,80	16,30±1,55	12,77±2,08	78,3	16,93±2,74	103,9	19,16±1,27	117,5

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
β-глобулины, %	14,70	12,45±1,06	12,41±0,97	99,7	15,70±2,36	126,1	12,03±0,29	96,6
γ-глобулины, %	20,40	29,57±2,94	41,49±1,70**	140,3	26,49±1,78	89,6	27,49±1,85	93,0
Глюкоза, мМ/л	11,00–15,00	8,65±0,75	8,13±0,41	94,0	8,85±0,51	102,3	10,45±0,48	120,1
Холестерин общий, мМ/л	1,90–2,20	2,80±0,12	2,88±0,15	102,9	2,74±0,11	97,9	2,69±0,10	96,1
Билирубин, мкМ/л	2,70–8,50	7,22±0,83	8,01±1,13	110,9	9,11±0,90	126,2	11,83±1,88*	163,9
Триглицериды, мМ/л	0,20–1,00	0,89±0,03	1,06±0,07*	119,1	0,84±0,05	94,4	0,97±0,04	109,0
Креатинин, мкМ/л	25,00–40,00	42,20±0,99	40,34±0,62	95,6	41,28±0,97	97,8	43,83±0,90	103,9
Кальций общий, мМ/л	1,90–2,30	2,55±0,07	2,56±0,04	100,4	2,54±0,05	99,6	2,56±0,06	100,4
Фосфор неорганический, мМ/л	1,80–2,20	3,18±0,15	3,13±0,10	98,4	2,90±0,16	91,2	3,18±0,18	100,0
Калий, мМ/л	4,10–6,40	7,76±0,22	7,64±0,24	98,5	7,66±0,29	98,7	7,64±0,26	98,5
Магний общий, мМ/л	0,70–1,23	0,84±0,04	0,84±0,02	100,0	0,85±0,04	101,2	0,79±0,06	94,0
Щелочная фосфатаза, Ед/л	510,00–1350,00	420,37±112,82	618,60±79,57	147,2	705,63±59,78*	167,9	662,91±82,53	157,7
Аспаратамино-трансфераза, Ед/л	75,00–190,00	108,08±8,44	133,49±3,81*	123,5	146,77±2,32***	135,8	156,04±5,92***	144,4
Аланинамино-трансфераза, Ед/л	6,00–14,00	7,57±0,72	5,32±0,27*	70,3	9,41±1,47	124,3	10,28±1,53	135,8
Мочевая кислота, мкМ/л	250,00–360,00	337,25±16,83	325,42±25,40	96,5	318,43±14,45	94,4	368,45±29,40	109,3

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

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

Биохимический анализ сыворотки крови цыплят выявил отклонение некоторых показателей от физиологических норм (табл. 1). У всей птицы было больше нормы содержание общего холестерина (на 22,3–30,9%). Повышенное количество гамма-глобулиновой фракции белка мы связали с плановой вакцинацией. Максимальный подъем гамма-глобулинов отмечен под желтым освещением (в 2 раза) с одновременным снижением содержания альбуминов (P<0,01) по отношению к контролю. Содержание глюкозы оптимально только у молодняка, выращиваемого при голубом освещении. Однако в этой группе увеличено количество билирубина на 39,2% в сравнении с нормой и на 63,9% (P<0,05) в сравнении с результатами контроля.

Содержание билирубина было повышено также у птицы при зеленом освещении, но без значимой разницы с контролем. Цыплята при зеленом и голубом освещении имели уровень активности аланиновой аминотрансферазы несколько выше, чем в контроле под белыми лампами, а аспарагиновой аминотрансферазы больше на 35,8–44,4% (P<0,001).

У 60-дневного молодняка при любом освещении количество лейкоцитов не превышало норму (табл. 2).

Уровень гамма-глобулинов сохранялся высоким, но наблюдалось снижение содержания альбуминов на 9,7–15,8% от нормы. В сравнении с контролем при зеленом и голубом освещении было выше количество креатинина (P<0,05) и уровень активности аланинаминотрансферазы (P<0,05, P<0,01). Содержание глюкозы вновь было больше под голубым освещением (P<0,05), чем под белым, и ближе к норме.

У молодок в возрасте 90 дней количество лейкоцитов превысило норму (табл. 3).

Максимальное увеличение отмечено при зеленом и голубом освещении, но без достоверной разницы с контролем. Показатели гамма-глобулиновой фракции белка оставались увеличенными у всего молодняка. Содержание глюкозы варьировало около нижней границы нормы у всей птицы. В сравнении с контролем в опытных группах на 5,1–18,6% было больше количество креатинина (P<0,001 при зеленом освещении), при зеленом и голубом освещении выше уровень активности аспарагиновой аминотрансфера-

Таблица 2

Морфологические и биохимические показатели крови цыплят в середине периода выращивания в возрасте 60 дней (M±m)

Morphological and biochemical parameters of chickens' blood in the middle of growing period (chickens aged 60 days) (M±m)

Показатели	Норма %	Группа						
		контрольная (белые КЛЛ)	1-я опытная (желтые КЛЛ)	опыт к контролю, %	2-я опытная (зеленые КЛЛ)	опыт к контролю, %	3-я опытная (голубые КЛЛ)	опыт к контролю, %
Гемоглобин, г/л	66,10–89,00	81,55±3,05	77,50±2,61	95,0	74,89±2,62	91,8	80,51±3,23	98,8
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,50–2,70	2,75±0,07	2,78±0,07	101,1	2,66±0,08	96,7	2,67±0,04	97,1
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	30,20–40,00	40,60±3,90	33,00±4,43	81,3	37,20±5,72	91,6	33,60±1,93	82,8
Базофилы, %	3,50	1,40±0,43	2,30±0,76	164,3	2,40±1,00	171,4	2,00±0,68	142,9
Эозинофилы, %	2,60	0,50±0,22	0,30±0,15	60,0	0,00±0,00	0,0	0,50±0,22	100,0
Псевдоэозинофилы, %	18,90	30,30±6,19	31,30±5,97	103,3	23,00±3,76	75,9	27,30±6,52	90,1
Лимфоциты, %	72,50	67,90±6,15	66,20±6,00	97,5	74,60±3,82	109,9	70,20±6,79	103,4
Моноциты, %	2,50	0,00±0,00	0,00±0,00	100,0	0,00±0,00	100,0	0,00±0,00	100,0
Общий белок, г%	3,80–4,50	4,12±0,03	4,37±0,12	106,1	4,11±0,06	99,8	4,40±0,06**	106,8
Альбумины, %	44,50	37,65±2,90	40,17±2,08	106,7	39,10±0,72	103,9	37,48±2,03	99,5
α-глобулины, %	24,00	21,06±1,46	19,08±2,04	90,6	19,91±0,77	94,5	19,37±1,76	92,0
β-глобулины, %	15,50	8,40±1,06	9,17±1,00	109,2	7,16±0,60	85,2	7,33±1,09	87,3
γ-глобулины, %	20,60	32,90±2,47	31,59±1,24	96,0	33,83±0,76	102,8	35,82±0,74	108,9
Глюкоза, мм/л	12,30–20,00	8,00±0,62	9,13±0,39	114,1	8,67±0,41	108,4	9,73±0,43*	121,6
Холестерин общий, мм/л	2,60–2,90	2,68±0,11	2,44±0,09	91,0	2,39±0,08*	89,2	2,63±0,15	98,1
Триглицериды, мм/л	0,20–1,00	0,66±0,04	0,72±0,03	109,1	0,73±0,04	110,6	0,82±0,03*	124,2
Билирубин, мкм/л	2,90–8,20	6,64±0,54	7,34±0,51	110,5	6,88±1,00	103,6	4,50±0,50**	67,8
Креатинин, мкм/л	35,00–50,00	51,80±0,84	52,74±1,07	101,8	56,43±1,42*	108,9	56,20±1,08**	108,5
Кальций общий, мм/л	2,50–3,10	2,34±0,06	2,44±0,06	104,3	2,47±0,03	105,6	2,62±0,03***	112,0
Фосфор неорганический, мм/л	2,10–2,40	2,14±0,12	2,19±0,11	102,3	2,19±0,08	102,3	2,42±0,15	113,1
Калий, ммоль/л	4,10–6,40	6,09±0,16	6,62±0,15*	108,7	6,25±0,20	102,6	6,52±0,25	107,1
Магний общий, мм/л	0,70–1,23	0,78±0,03	0,72±0,01	92,3	0,78±0,02	100,0	0,88±0,03	112,8
Щелочная фосфатаза, Ед/л	770,00–1100,00	663,69±18,62	661,37±17,93	99,7	655,98±17,44	98,8	609,78±19,16	91,9
Аспаргатамино-трансфераза, Ед/л	120,00–190,00	137,64±2,56	127,27±2,94*	92,5	134,82±4,77	98,0	143,27±2,13	104,1
Аланинамино-трансфераза, Ед/л	6,00–14,00	6,38±0,35	5,71±0,28	89,5	8,27±0,52**	129,6	7,95±0,65*	124,6
Мочевая кислота, мкм/л	240,00–305,00	304,25±15,02	323,85±12,46	106,4	303,70±20,16	99,8	324,35±18,09	106,6

зы ($P < 0,001$). Выше нормы было содержание мочевой кислоты под голубым освещением (на 12,2 %).

Определенные нами в группах 90-дневного ремонтного молодняка показатели естественной резистентности – лизоцимная и бактерицидная активность сыворотки крови – достоверно не различались.

В период выращивания ремонтный молодняк всех групп имел живую массу на 6,0–11,5 % выше возрастной нормы (табл. 4). У цыплят в возрасте 30 и 60 дней под белым

освещением живая масса была на 1,5–3,9 % больше, чем в опытных группах.

Живая масса 90-дневных молодок в опытных группах и контроле была на одном уровне.

Результаты контрольного убоя 115-дневных курочек, выращенных при разном освещении, были схожими (табл. 5). Масса внутренних органов птицы была близка к норме [10].

Таблица 3

**Морфологические и биохимические показатели крови ремонтного молодняка к концу периода
выращивания в возрасте 90 дней (M±m)
Morphological and biochemical parameters of chickens' blood at the end of growing period
(chickens aged 30 days) (M±m)**

Показатели	Норма %	Группа						
		контрольная (белые КЛЛ)	1-я опытная (желтые КЛЛ)	опыт к контро- лю, %	2-я опытная (зеленые КЛЛ)	опыт к конт- ролю, %	3-я опытная (голубые КЛЛ)	опыт к конт- ролю, %
Гемоглобин, г/л	68,00–85,00	82,60±3,17	77,90±1,87	94,3	75,80±3,06	91,8	76,80±3,42	93,0
Эритроциты, 10 ¹² /л	1,70–2,30	2,56±0,10	2,52±0,12	98,4	2,59±0,11	101,2	2,70±0,10	105,5
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	30,20–40,00	54,60±8,96	64,80±7,14	118,7	76,20±10,85	139,6	79,20±7,58	145,1
Базофилы, %	3,50	2,00±0,52	1,40±0,56	70,0	1,00±0,39	50,0	1,20±0,47	60,0
Эозинофилы, %	2,60	0,70±0,42	0,40±0,22	57,1	0,40±0,22	57,1	0,10±0,10	14,3
Псевдоэозинофилы, %	18,90	17,90±2,40	19,00±3,17	106,1	18,80±5,37	105,0	22,10±3,92	123,5
Лимфоциты, %	72,50	79,40±2,56	79,20±3,45	99,7	79,80±5,61	100,5	76,20±3,82	96,0
Моноциты, %	2,50	0,00±0,00	0,00±0,00	100,0	0,00±0,00	100,0	0,00±0,00	100,0
Общий белок, г%	4,60–5,40	5,54±0,06	5,83±0,05**	105,2	5,49±0,09	99,1	5,69±0,09	102,7
Альбумины, %	36,20	34,08±0,93	34,19±1,31	100,3	36,23±1,87	106,3	36,75±1,47	107,8
α-глобулины, %	22,50	21,13±0,79	21,73±1,06	102,8	21,85±1,53	103,4	20,51±1,33	97,1
β-глобулины, %	16,30	8,54±0,67	8,97±1,15	105,0	8,05±1,14	94,3	7,18±1,24	84,1
γ-глобулины, %	20,10	36,25±1,04	35,12±0,98	96,9	33,88±1,22	93,5	35,56±1,28	98,1
Глюкоза, мМ/л	10,90–17,00	9,74±0,39	9,47±0,53	97,2	9,77±0,28	100,3	9,59±0,65	98,5
Холестерин общий, мМ/л	2,40–3,10	2,05±0,08	2,15±0,09	104,9	1,98±0,06	96,6	2,04±0,04	99,5
Билирубин, мкМ/л	2,70–6,30	7,04±1,21	5,61±0,54	79,7	6,53±1,23	92,8	7,00±0,86	99,1
Триглицериды, мМ/л	0,20–1,00	0,82±0,05	0,92±0,05	112,2	0,81±0,06	98,8	0,88±0,02	107,3
Креатинин, мкМ/л	35,00–50,00	59,15±2,26	63,65±1,83	107,6	70,14±1,41***	118,6	62,14±1,52	105,1
Кальций общий, мМ/л	2,50–3,10	2,63±0,05	2,58±0,04	98,1	2,65±0,03	100,8	2,41±0,08*	91,6
Фосфор неорганический, мМ/л	2,10–2,40	2,60±0,18	2,40±0,11	92,3	2,84±0,12	109,2	2,64±0,19	101,5
Магний, мМ/л	0,70–1,23	0,78±0,02	0,77±0,02	98,7	0,91±0,02***	116,7	0,89±0,03*	114,1
Калий, мМ/л	4,10–6,40	4,97±0,21	4,93±0,19	99,2	5,18±0,15	104,2	5,99±0,23**	120,5
Щелочная фосфатаза, Ед/л	510,00–820,00	575,86±13,83	551,10±15,67	95,7	571,56±18,65	99,3	617,28±13,46*	107,2
Аспаргатаминотранс-фереза, Ед/л	120,00–215,00	87,83±4,50	97,34±1,97	110,8	109,48±2,84***	124,6	118,05±2,82***	134,4
Аланинаминотранс-фереза, Ед/л	6,00–14,00	9,41±0,93	10,18±0,90	108,2	10,02±0,72	106,5	8,40±0,57	89,3
Мочевая кислота, мкМ/л	250,00–305,00	327,22±27,72	293,82±9,89	89,8	294,83±21,32	90,1	342,09±22,20	104,5

Таблица 4

**Живая масса ремонтного молодняка (M±m), г
Body weight of replacement chickens (M±m), g**

Возраст цыплят, дней	Норма, г	Группа			
		контрольная (белые КЛЛ)	1-я опытная (желтые КЛЛ)	2-я опытная (зеленые КЛЛ)	3-я опытная (голубые КЛЛ)
30	290	323,3±2,54	317,0±2,46	312,3±2,37**	318,4±2,23
Опыт к контролю, %		100,0	98,1	96,6	98,5
60	650	716,9±6,72	700,6±6,88	689,1±6,24**	699,5±6,89
Опыт к контролю, %		100,0	97,7	96,1	97,6
90	990	1060,0±7,95	1057,2±8,15	1060,8±8,64	1052,2±7,78
Опыт к контролю, %		100,0	99,7	100,1	99,3

Таблица 5

Масса внутренних органов молодок в возрасте 115 суток ($M \pm m$), г
 Mass of the organs of pullets aged 115 days ($M \pm m$), g

Показатели	Группа						
	контрольная (белые КЛЛ)	1-я опытная (желтые КЛЛ)	опыт к контро- лю, %	2-я опытная (зеленые КЛЛ)	опыт к контро- лю, %	3-я опытная (голубые КЛЛ)	опыт к контро- лю, %
Сердце	4,09±0,18	4,28±0,32	95,6	4,16±0,19	101,7	4,30±0,16	105,1
Эпикардальный жир	0,96±0,04	0,94±0,07	97,9	1,71±0,31	178,1	1,14±0,12	118,8
Легкие	5,94±0,48	7,26±0,51	122,2	6,33±0,40	106,6	5,20±0,29	87,5
Печень	22,45±0,49	23,66±0,47	105,4	22,96±0,64	102,3	23,72±0,63	105,7
Почки	8,16±0,15	8,51±1,42	104,3	8,25±0,45	101,1	7,65±0,37	93,8
Селезенка	2,30±0,11	2,40±0,12	104,3	2,93±0,16*	127,4	2,29±0,07	99,6
Железистый желудок	3,54±0,11	3,64±0,07	102,8	3,31±0,12	93,5	3,56±0,14	100,6
Мышечный желудок	18,04±1,08	18,68±0,76	103,5	18,65±0,69	103,4	21,36±0,91	118,4
Фабрициева сумка	1,61±0,19	1,23±0,33	76,4	1,08±0,28	67,1	1,26±0,64	78,3
Абдоминальный жир	35,89±4,18	41,55±1,38	115,8	40,18±5,31	112,0	32,09±4,20	89,4
Яичник	0,48±0,02	0,56±0,05	116,7	0,58±0,07	120,8	0,54±0,06	112,5
Яйцевод	0,45±0,12	0,57±0,08	126,7	0,49±0,15	108,9	1,35±0,95	300,0
Длина яйцевода, см	11,57±0,81	11,17±1,09	96,5	10,70±1,18	92,5	13,0±2,52	112,4

ВЫВОДЫ

1. Морфологические показатели крови ремонтного молодняка под белым, желтым, зеленым и голубым освещением были схожими. Однако количество лейкоцитов в крови птицы при белом освещении имело меньшие отклонения от норм, чем у молодняка под желтыми, зелеными и голубыми лампами.

2. Биохимические показатели сыворотки крови ремонтного молодняка при белом ос-

вещении были более близки к оптимальным, чем у птицы остальных групп.

3. Живая масса цыплят всех групп в возрасте 30 и 60 дней превышала возрастную норму для ремонтного молодняка на 6,0–10,3%. В то же время при белом освещении живая масса птицы была больше, чем в других группах, на 1,5–3,9%.

4. Развитие внутренних органов курочек при любом освещении не различалось. Стимулирующего влияния белого освещения на половое развитие молодок не установлено.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические рекомендации по гематологическим и биохимическим исследованиям у кур современных кроссов / И. В. Насонов, Н. В. Буйко, Р. П. Лизун [и др.]. – Минск, 2014. – 32 с.
2. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / под ред. проф. И. П. Кондрахина. – М.: Колос, 2004. – 520 с.
3. Методические указания по математической обработке результатов исследования с использованием табличного процессора Excel / Т. Е. Кокшарова, Ц. Ц. Цыдыпов. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2002. – 40 с.
4. Общие и специальные методы исследования крови птиц промышленных кроссов / Н. В. Садовников, Н. Д. Придыбайло, Н. А. Верещак [и др.]. – СПб.: Урал. ГСХА, 2009. – 85 с.
5. Автандилов Г. Г. Основы патологоанатомической практики. – М., 1994. – 324 с.
6. Влияние митофена на биохимические показатели сыворотки крови цыплят, вакцинированных против ИББ на фоне экспериментального хронического полимикотоксикоза / Л. Н. Громова, И. Н. Громов, Ф. С. Алараджи [и др.] // Молодой ученый. – 2016. – № 6.5. – С. 63–65.
7. Дроздова Л. И., Кундрюкова У. И. Печень птицы – живая лаборатория оценки качества кормления и содержания // Аграр. вестн. Урала. – 2010. – № 5 (71). – С. 68–70.
8. Коняев Н. В., Колкнев П. Ю., Назаренко Ю. В. Система освещения для птичников // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (28–29 янв. 2016 г., г. Курск). – Курск: Курск. гос. с.-х. акад., 2016. – Ч. 2. – С. 204–207.

9. Как добиться высокой однородности стада птицы / А. Кавтарашвили, Е. Новоторов, Д. Гладин [и др.] // Птицеводство. – 2012. – № 4. – С. 2–7.
10. Кощаев А. Г. Возрастные изменения массы внутренних органов ремонтного молодняка яичных кур в условиях промышленной иммунопрофилактики / А. Г. Кощаев, Е. В. Виноградова, В. В. Усенко [и др.] // Ветеринария Кубани. – 2015. – № 1. – С. 23–27.
11. Оценка микроклимата животноводческих помещений: справочник / В. И. Коноплев [и др.]. – Ставрополь, 2008. – 34 с.
12. Руководство по содержанию и кормлению родителей и промышленных кур-несушек. – Нидерланды: Ин-т селекции животных, 2008. – 45 с.
13. Хохлов Р. Ю., Кузнецов С. И. Влияние монохроматического освещения на морфогенез яйцевода кур в препубертатный период // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф. (23–24 янв. 2017 г., г. Пенза). – Пенза: Пенз. ГАУ, 2017. – С. 73–77.
14. Белковый и углеводный обмен веществ у несушек / Б. Бессарабов, Л. Клетикова, О. Копоть [и др.] // Птицеводство. – 2010. – № 1. – С. 55–56.
15. Cellular immune response of infectious bursal disease and Newcastle disease vaccinations in broilers exposed to monochromatic lights / A. Sadrzadeh, G. N. Brujeni, M. Livi [et al.] // African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10 (46). – P. 9528–9532.
16. Приоритетные направления научных исследований в птицеводстве / В. С. Буяров, Л. В. Калашникова, Н. А. Алдобаева [и др.] // Биология в сел. хоз-ве. – 2017. – № 2 (15). – С. 17–25.
17. Mudhar A. S. Abu Tabeeh. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers // Donnish Journal of Agricultural Research. – 2016. – Vol. 3(2). – P. 8–12.

REFERENCES

1. Nasonov I. V., Buiko N. V., Lizun R. P., Volihina V. E., Zaharik N. V., Yakubovskii S. M. *Metodicheskie rekomendacii po gematologicheskim i biohimicheskim issledovaniyam u kur sovremennih krossov: normativnoe proizvodstvenno-prakticheskoe izdanie* (Methodical recommendations for hematological and biochemical studies in chickens modern crosses: regulatory products and practical), Minsk, 2014, 32 p.
2. Kondrahin I. P. *Metody veterinarnoj klinicheskoy laboratornoj diagnostiki* (Methods of veterinary clinical laboratory diagnostics), Moscow: Kolos, 2004, 520 p.
3. Koksharova T. E., Cydypov C. C. *Metodicheskie ukazaniya po matematicheskoy obrabotke rezul'tatov issledovaniya s ispol'zovaniem tablichnogo processora Excel* (Guidelines for mathematical processing of the results of the study using a table processor Excel), Ulan-Udeh: Izd-vo VSGTU, 2002, 40 p.
4. Sadovnikov N. V., Pridybajlo N. D., Vereshchak N. A., Zaslono A. S. *Obshchie i special'nye metody issledovaniya krovi ptic promyshlennykh krossov* (General and special methods of research of blood of birds of industrial crosses), SPb.: Ural. GSKHA, 2009, 85 p.
5. Avtandilov G. G. *Osnovy patologoanatomicheskoy praktiki* (Fundamentals of pathoanatomical practice), Moscow, 1994, 324 p.
6. Gromova L. N., Gromov I. N., Alaradji F. S., Svyatkovskii A. V., Svyatkovskii A. A. *Molodoi uchenii*, 2016, No. 6.5, pp. 63–65. (In Russ.)
7. Drozdova L. I., Kundryukova U. I. *Agrarnii Vestnik Urala*, 2010, No. 5 (71), pp. 68–70. (In Russ.)
8. Konyaev N. V., Kolknev P. Yu., Nazarenko Yu. V. *Aktualnie voprosi innovacionnogo razvitiya agropromishlennogo kompleksa*, Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, 28–29 January 2016, Kursk, 2016, ch.2, pp. 204–207. (In Russ.)
9. Kавтарашвили А., Новоторов Е., Гладин Д., Колоколнникова Т. *Птицеводство*, 2012, No. 4, pp. 2–7. (In Russ.)
10. Koshchaev A. G., Vinogradova E. V., Usenko V. V., Yakubenko E. V. *Vozrastnye izmeneniya massy vnutrennih organov remontnogo molodnyaka yaichnykh kur v usloviyah promyshlennoj immunoprofilaktiki*, *Veterinarija Kubani*, 2015, No. 1, pp. 23–27. (In Russ.)

11. Konoplev V.I. Ponomareva M.E. [i dr.]. *Ocenka mikroklimata zhivotnovodcheskih pomeshchenij* (Evaluation of the microclimate of livestock buildings), Stavropol», 2008, 34 p.
12. Rukovodstvo po sodержaniyu i kormleniyu roditelei i promishlennih kur_nesushek (Guidance on the maintenance and feeding of parents and industrial laying hens), Niderlandi: Institut selekcii jivotnih, 2008, 45 p.
13. Hohlov R. Yu., Kuznecov S.I. *Agropromishlennii kompleks: sostoyanie, problemi, perspektivi*, (Agro-industrial complex: state, problems, prospects, XII International Scientific-Practical Conference), Collection of Articles, January 23–24, 2017, Penza, 2017, pp. 73–77. (In Russ.)
14. Bessarabov B., Kletikova L., Kopot O., Alekseeva S., *Pticevodstvo*, 2010, No. 1, pp. 55–56. (In Russ.)
15. Sadrzadeh A., Brujeni G.N., Livi M., Nazari M.J., Sharif M.T., Hassanpour H., Haghighi N. Cellular immune response of infectious bursal disease and Newcastle disease vaccinations in broilers exposed to monochromatic lights, *African Journal of Biotechnology*, 2011, No. 46 (10), pp. 9528–9532.
16. Buyarov V.S., Kalashnikova L.V., Aldobaeva N.A., Podchufarova A.S., *Biologiya v selskom hozyaistve*, 2017, No. 2 (15), p. 17–25. (In Russ.)
17. Mudhar A.S., Abu TabeeKh. An investigation on the effect of light color and stocking density on some blood parameters of broilers and layers, *Donnish Journal of Agricultural Research*, 2016, No. 2 (3), pp. 008–012.

**ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИЧИНОК ТРИХИНЕЛЛ В МЫШЦАХ
БАРСУКОВ, ОБИТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ****Т. И. Трухина**, кандидат сельскохозяйственных наук**И. А. Соловьева**, кандидат биологических наук**Г. А. Бондаренко**, научный сотрудник**Д. А. Иванов**, кандидат биологических наукДальневосточный зональный научно-исследовательский
ветеринарный институт, Благовещенск, Россия

E-mail: toma.trukhina@mail.ru

Ключевые слова: трихинеллы,
барсуки, мышечная ткань, экс-
тенсивность и интенсивность
инвазии

Реферат. Трихинеллез – паразитарное заболевание, которым болеют животные и люди. Возбудитель – трихинелла, мелкий круглый червь, невидимый глазом. Трихинеллезом болеют домашние и дикие животные. Среди домашних – это чаще свиньи, лошади, собаки, крысы синантропные, а среди диких – медведи, кабаны, лисицы, барсуки и др. Заражение человека происходит при употреблении в пищу мяса и мясных продуктов – сыровяленой домашней колбасы и окорока, шашлыков, жареного мяса и других мясных продуктов, зараженных личинками трихинелл. Заражение диких животных происходит в результате хищничества или поедания трупов павших животных. Домашние животные заражаются при поедании продуктов убоя, пищевых отходов, трупов павших животных (крыс). В мышцах животных трихинеллы сохраняются в течение ряда лет. Одним из резервуаров трихинеллеза в Амурской области являются популяции барсуков. Для определения особенностей распределения личинок трихинелл в мышечной ткани был исследован материал, полученный от 21 барсука, добытого в разных районах Амурской области. На исследование поступали, как правило, головы или отдельные группы мышц, что связано с достаточной удаленностью многих районов от областного центра. Выявление личинок трихинелл проводили методами компрессорной трихинеллоскопии и переваривания в искусственном желудочном соке. Анализ полученного цифрового материала показал, что количество личинок трихинелл в одной и той же группе мышц не зависит от стороны тела животного, т. е. их количество практически идентично как с левой, так и с правой стороны. Экстенсивность инвазии (ЭИ) определяли как отношение числа зараженных животных к общему числу исследованных животных, выраженное в процентах. Интенсивность инвазии (ИИ) определяли по числу личинок трихинелл в 1 г мышечной ткани (лич/г). При помощи этой же методики изучали особенности распределения личинок трихинелл в 15 группах мышц у барсука. Экстенсивность инвазии у зараженных животных составила 14,3 %. Наибольшее количество личинок трихинелл у барсука сосредоточено в мышцах головы, причём существенных различий в зависимости от стороны тела нет. Поэтому рекомендуется проводить исследования тушек барсуков с отбором проб мышц преимущественно из головы.

**PECULIARITIES OF TRICHINELLA LARVAE DISTRIBUTION
IN BADGERS' MUSCLES THAT INHABIT IN AMUR REGION****Trukhina T.I.**, Candidate of Agriculture**Solovieva I.A.**, Candidate of Biology**Bondarenko G.A.**, Research Fellow**Ivanov D.A.**, Candidate of Biology

Far-East Zonal Research Institute of Veterinary medicine, Blagoveshchensk, Russia

Key words: Trichinella, badgers, lean tissue, extensive and intensive invasion

Abstract. *Trichinellosis is a parasitic disease that affects animals and humans. Trichinella is a causative agent seen as a small round worm invisible to the eye. Trichinellosis affects pets and wild animals. Pigs, horses, dogs and synanthropic rats are seen to suffer from the disease more often among the domestic animals, and bears, wild boars, foxes, badgers and others – among the wild ones. . Human infection takes place when eating meat and meat products as raw dried homemade sausages and ham, kebabs, fried meat and other meat products contaminated with trichinell larvae. Infestation of wild animals is caused by predation or eating of dead animals. Pets are infected by eating slaughter products, food scraps and dead animals (rats). Trichinella are preserved in the animal muscles for some years. Badgers populations are seen as one of trichinosis reserves in Amur region. To determine specific features of trichinella larvae distribution in the lean tissue, the researchers explored the materials of 21 badgers from different areas of Amur region. The researchers used the heads or separate muscle groups for conducting the research. This is explained by remote location of many districts from the regional center. Trichinella larvae were detected by compressor trichinelloscopy and digestion in artificial gastric juice. The analysis showed that the number of trichinell larvae in the same muscle group does not depend on the side of the animal's body, i.e. their number is almost identical on both the left and right sides. Invasion rate (IR) was defined as ratio of the number of infected animals to the total number of animals explored (in percentage). Invasion intensity (II) was determined by the number of trichinell larvae in 1 g of lean tissue (lye/g). The same method was used to investigate the distribution of trichinella larvae in 15 muscle groups of a badger. Invasion intensity in the infected animals was 14.3%. The largest number of trichinella larvae in a badger is concentrated in the head muscles, and there are no significant differences from the body part. The authors recommend to explore the badger carcasses and muscle sampling mainly from the head.*

Трихинеллез относится к числу заболеваний, опасных для человека и животных. За последние годы в Российской Федерации отмечено повышение уровня заболеваемости населения и животных трихинеллезом [1]. Анализируя литературные данные, следует отметить, что на всей территории Дальнего Востока России регистрируется трихинеллез животных и человека [2]. Однако на территории Дальнего Востока современному состоянию данного природно-очагового паразитарного заболевания в последнее время уделяется крайне мало внимания [3]. Сведения о динамике распространения трихинеллеза среди восприимчивых диких животных практически отсутствуют, что, безусловно, затрудняет организацию и проведение профилактических мероприятий [4].

Трихинеллез – антропозооноз, вызываемый нематодой *Trichinella spiralis* из семейства Trichinellidae. Источником инфицирова-

ния выступают животные – хищники (барсук, медведь, дикий кабан), которые поедают больных животных. Инфицированию подвержены животные и люди на всех континентах земного шара. В России почти все случаи трихинеллеза встречались в зоне лесов. Это говорит о том, что заболевание является природно-очаговым и связано с определенными видами животных, которые на данной территории являются природным резервуаром паразита.

Из природных очагов в биоценоз, связанный с человеком, трихинеллезная инвазия заносится с продуктами охоты, при поедании свиньями, собаками и грызунами падали, при ловле собаками грызунов и других животных. Личинки трихинелл в организме хозяина локализуются в поперечно-полосатой мускулатуре, а половозрелые особи – в тонком кишечнике, где залегают между ворсинок, передним концом тела проникая в лимфатические капилляры [5, 6]. Среди

ученых нет единого мнения об особенностях распределения личинок трихинелл в различных группах поперечно-полосатых мышц плотоядных.

На территории Амурской области возбудитель трихинеллеза циркулирует преимущественно среди диких животных (волк, дикий кабан, енот, лисица обыкновенная, медведь бурый, соболь, барсук) [7]. Основным резервуаром трихинеллеза в природных биоценозах являются популяции лисиц и барсуков [8, 9]. Сведений относительно особенностей распределения личинок трихинелл в мышечной ткани у барсука в доступной нам научной литературе обнаружено не было [10, 11]. Цель научно-исследовательской работы состояла в установлении особенностей распределения личинок трихинелл в мышцах барсука.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на базе отдела паразитологии ФГБНУ Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт. Для оценки эпидемиологической и эпизоотологической ситуации по трихинеллезу на территории Амурской области проанализированы данные государственной статистической отчетности по форме 5-вет из Управления ветеринарии и УФС по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Амурской области. Объект исследований – 21 тушка барсука из Ивановского и Тамбовского районов Амурской области. На исследование поступали, как правило, головы или отдельные группы мышц, что связано с достаточной удаленностью многих районов от областного центра. Полному

исследованию подвергалась лишь одна тушка барсука, добытого в Ивановском районе.

Выявление личинок трихинелл проводили методами компрессорной трихинеллоскопии и переваривания в искусственном желудочном соке. Раствор искусственного желудочного сока готовят из соляной кислоты и свиного пепсина. Измельченный патологический материал заливают искусственным желудочным соком в соотношении 1:15 и выдерживают в термостате при температуре 41–42°C 4 ч с периодическим помешиванием.

Экстенсивность инвазии (ЭИ) определяли как отношение числа зараженных животных к общему числу исследованных животных, выраженное в процентах. Интенсивность инвазии (ИИ) определяли по числу личинок трихинелл в 1 г мышечной ткани (лич/г). При помощи этой же методики изучали особенности распределения личинок трихинелл в 15 группах мышц у барсука.

Полученные данные были подвергнуты математической и статистической обработке с использованием программного обеспечения Statistica и стандартной компьютерной программы Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Барсука можно считать потенциально опасным видом в распространении трихинеллеза на территории Амурской области (ЭИ – 14,3%). При этом барсук является непосредственным источником заболевания людей трихинеллезом, когда они употребляют в пищу мясо барсука, не прошедшее экспертизу.

Результаты определения интенсивности инвазии у барсуков представлены в табл. 1. Но так как у каждой особи интенсивность инва-

Таблица 1

Интенсивность инвазии у барсуков, зараженных трихинеллезом
Invasion intensity of badgers infected by trichinellosis

Номер особи	Район	Интенсивность инвазии, лич/г	
		Мышцы языка	Диафрагма
1	Тамбовский	-	28
2	Ивановский	24	-
3	Ивановский	58	-

зии была определена только в одной группе мышц, то не представлялось возможным говорить об особенностях распределения личинок трихинелл. В связи с этим было проведено полное исследование одного барсука, охватывающее 15 групп мышц (табл. 2).

Анализ полученного цифрового материала показал, что количество личинок трихинелл в одной и той же группе мышц не зависит от стороны тела животного, т.е. их

количество практически идентично как с левой, так и с правой стороны. Максимальное количество личинок трихинелл у барсука обнаружено в челюстно-подъязычной мышце – 100 личинок на 1 г, в жевательных мышцах – в среднем 61 личинка на 1 г, а также в мышцах языка – 58 личинок на 1 г. Минимальное количество зарегистрировано в межреберных мышцах и поверхностном сгибателе пальцев – 4 лич/г.

Таблица 2

Особенности распределения личинок трихинелл по различным группам мышц барсука, лич/г
Peculiarities of trichinella larvae distribution in different muscles of a badger, lrv/g

Исследуемые группы мышц	Левая	Правая	Средняя ИИ
<i>Мышцы головы и шеи</i>			
Мышечная ткань языка	58		58
Челюстно-подъязычная мышца	100		100
Жевательная мышца	63	59	61
Ключично-плечевая мышца	12	13	12
			57,80 ±18,00
<i>Мышцы позвоночного столба</i>			
Длиннейшая мышца поясницы	14	9	12
<i>Мышцы грудных конечностей</i>			
Дельтовидная мышца	10	8	9
Двуглавая мышца плеча	28	6	17
Трехглавая мышца плеча	6	4	5
Поверхностный сгибатель пальцев	3	4	4
			8,80 ±2,95
<i>Мышцы грудной клетки</i>			
Межреберные мышцы	4	5	4
<i>Мышцы брюшной полости</i>			
Косая наружная мышца живота	9	15	12
<i>Мышцы тазовых конечностей</i>			
Медиальная широкая мышца бедра	16	14	15
Стройная мышца	15	14	14
Двуглавая мышца бедра	20	15	18
Краниальная большеберцовая мышца	11	5	8
			13,80 ±2,10
Средняя ИИ			23,30 ±7,12

ВЫВОДЫ

1. Изучение локализации личинок трихинелл в исследуемых группах мышц барсука показывает их неравномерное распределение.

2. Наибольшая интенсивность инвазии отмечена в мышцах головы, в связи с чем для проведения экспертизы можно рекомендовать отбирать именно эти группы мышц, но для более достоверного результата требуется продолжить исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самсоненко И. А., Трухина Т. И. Трихинеллез на территории Амурской области // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: материалы докл. науч. конф. – М., 2012. – Вып. 13. – С. 356–357.
2. Особенности формирования природных очагов трихинеллеза на территории Дальнего Востока / И. А. Соловьева, Г. А., Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов // Дальневост. аграр. вестн. – 2016. – № 4 (40). – С. 126–130.

3. Самсоненко И. А., Трухина Т. И., Рябуха В. А. Распространение трихинеллеза в Приамурье // Рос. паразитол. журн. – 2014. – № 1. – С. 73–75.
4. Трухина Т. И., Самсоненко И. А. Распространение трихинеллеза на Дальнем Востоке // Проблемы ветеринарной медицины и зооэкологии Российского и Азиатско-Тихоокеанского регионов: материалы 1-й междунар. науч.-практ. конф. 13–15 июня 2012 г. ДальЗНИВИ. – Благовещенск, 2012. – С. 131–134.
5. Вагин Н. А. Особенности распределения личинок трихинелл в различных группах мышц спонтанно зараженных диких хищных млекопитающих // Современные технологии в медицине и педагогике: сб. науч., учеб. и учеб.-метод. тр. – Курск, 2010. – С. 21–23.
6. Особенности формирования природных очагов трихинеллеза на территории Дальнего Востока / И. А. Соловьева, Г. А. Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов // Дальневост. аграр. вестн. – 2016. – № 4 (40). – С. 126–130.
7. Городович Н. М., Базарова Ю. Н., Городович Ю. Н. О природном трихинеллезе на Дальнем Востоке // Актуальные вопросы теоретической и практической паразитологии: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию А. Н. Каденации / ИВМ Ом ГАУ. – Омск, 2004. – С. 50–52.
8. Городович Н. М. Борьба с природным трихинеллезом в Приамурье // Сб. науч. тр., посвящ. 70-летию ДальЗНИВИ. – Благовещенск, 2005. – С. 152–155.
9. Городович Н. М. Борьба с трихинеллезом в дикой природе: метод. рекомендации / РАСХН. ДальЗНИВИ. – Благовещенск, 2009. – 8 с.
10. Зараженность трихинеллезом диких животных на территории Амурской области / И. А. Соловьева, Г. А. Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов // Вестн. Дальневост. отд-ния РАН. – 2017. – № 3 (193). – С. 68–70.
11. Распространение возбудителя трихинеллеза среди диких животных в Амурской области / И. А. Соловьева, Г. А. Бондаренко, Т. И. Трухина, Д. А. Иванов // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями: материалы докл. междунар. науч. конф. ВНИИП им. К. И. Скрябина. – М., 2017. – Вып. 18. – С. 467–469.

REFERENCES

1. Samsonenko I. A., Trukhina T. I. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami* (Theory and practice of combating parasitic diseases), Proceeding of the Scientific Conference, Moscow, 2012, Issue 13, pp. 356–357. (In Russ.)
2. Solov'yeva I. A., Bondarenko G. A., Trukhina T. I., Ivanov D. A. Osobennosti formirovaniya prirodnikh ochagov trikhinelleza na territorii Dal'nego Vostoka, *Dal'nevost. Agrar. vestn.*, 2016, No. 4 (40), pp. 126–130. (In Russ.)
3. Samsonenko I. A., Trukhina T. I., Ryabukha V. A. Rasprostraneniye trikhinelleza v Priamur'ye, *Ros. parazit. zhurn.*, 2014, No. 1, pp. 73–75. (In Russ.)
4. Trukhina T. I., Samsonenko I. A. *Problemy veterinarnoy meditsiny i zooekologii Rossiyskogo i Aziatsko-Tikhookeanskogo regionov* (Problems of veterinary medicine and zoo-ecology of the Russian and Asian-Pacific regions), Proceeding of the 1 International Scientific and Practical Conference, 13–15 June 2012, Dal'ZNIVI, Blagoveshchensk, 2012, pp. 131–134. (In Russ.)
5. Vagin N. A. Osobennosti raspredeleniya lichinok trikhinell v razlichnykh gruppakh myshts spontanno zarazhennykh dikikh khishchnykh mlekopitayushchikh, *Sovremennyye tekhnologii v meditsine i pedagogike*, Kursk, 2010, pp. 21–23. (In Russ.)
6. Solov'yeva I. A., Bondarenko G. A., Trukhina T. I., Ivanov D. A. Osobennosti formirovaniya prirodnikh ochagov trikhinelleza na territorii Dal'nego Vostoka, *Dal'nevost. agrar. vestn.*, 2016, No. 4 (40), pp. 126–130. (In Russ.)
7. Gorodovich N. M., Bazarova Yu. N., Gorodoich Yu. N. *Aktual'nyye voprosy teoreticheskoy i prakticheskoy parazitologii* (Topical issues of theoretical and practical parasitology), Proceeding of the International Scientific and Practical Conference, IVM Om GAU, Omsk, 2004, pp. 50–52. (In Russ.)
8. Gorodovich N. M. Bor'ba s prirodnym trikhinellezom v Priamur'ye, *Sbornik nauchnykh trudov posvjashhennyj 70-letiju Dal'ZNIVI*, Blagoveshchensk, 2005, pp. 152–155. (In Russ.)

9. Gorodovich N. M. *Bor'ba s trikhinellezom v dikoy prirode*, (Fighting trichinosis in the wild), Guidelines, RASKHN. Dal'ZNIVI, Blagoveshchensk, 2009, 8 p. (In Russ.)
10. Solov'yeva I. A., Bondarenko G. A., Trukhina T. I., Ivanov D. A. Zarazhennost' trikhinellezom dikikh zhivotnykh na territorii Amurskoy oblasti, *Vestn. Dal'nevost. otd-niya RAN*, 2017, No. 3 (193), pp. 68–70. (In Russ.)
11. Solov'yeva I. A., Bondarenko G. A., Trukhina T. I., Ivanov D. A. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami* (Theory and practice of combating parasitic diseases), Proceeding of the Scientific Conference, Moscow, 2017, Issue 18, pp. 467–469. (In Russ.)

ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ШЕРСТИ У ПОЛУГРУБОШЕРСТНЫХ ОВЕЦ АГИНСКОЙ ПОРОДЫ ЗУГАЛАЙСКОГО ТИПА

^{1,2}Т.Н. Хаамируев, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

¹НИИ ветеринарии Восточной Сибири –
филиал СФНЦА РАН, Чита, Россия

²Забайкальский аграрный институт – филиал ФГБОУ
ВО «Иркутский государственный аграрный университет
им. А.А. Ежевского», Чита, Россия
E-mail: tnk0979@mail.ru

Ключевые слова: овцы, агинская порода, зугалайский тип, полугрубая шерсть, шерстная продуктивность, настриг шерсти, качество шерсти, тонина шерсти, корреляция

Реферат. В племенном репродукторе агрокооперативной фирмы им. Ленина Могойтуйского района Забайкальского края проведен комплекс научно-исследовательских работ по изучению шерстной продуктивности и качества шерсти у овец агинской породы зугалайского типа разных половозрастных групп. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что настриг невымытой шерсти у полугрубшерстных овец составил от $1,91 \pm 0,06$ кг у ярок до $3,92 \pm 0,07$ кг у производителей при выходе мытой шерсти 74,13–81,81 %. Средняя толщина шерсти у баранов составляет $32,82 \pm 1,27$ мкм, овцематок – $28,39 \pm 0,95$, баранчиков – $28,21 \pm 0,95$ и ярок – $26,60 \pm 1,06$ мкм при ее прочности 10,89; 10,72; 9,21 и 9,00 сН/текс соответственно. Животные зугалайского типа отличаются высоким содержанием пуха, которое варьирует от 66,61 до 81,72 %, и грубой остью (59,10–72,42 мкм). Наибольшее содержание пуха отмечено у молодняка. Тонина пуха у особей всех половозрастных групп составляет 21,40–23,51 мкм (60–64-е качество). Длина шерстных волокон нижнего яруса 8,20–8,44, ости – 14,74–15,04 см. Наибольшим количеством жира и пота отличались производители и ремонтные баранчики ($P < 0,05$). Выявлена положительная и достаточно высокая коррелятивная связь живой массы с настригом невымытой шерсти у овец всех половозрастных групп, особенно у молодняка (0,629 у баранчиков и 0,717 у ярок), а также между тониной пуха и его длиной ($r = 0,273$ – $0,668$) и между тониной пуха и тониной ости ($r = 0,306$ – $0,687$).

WOOLLEN PRODUCTIVITY AND WOOL QUALITY INDICATORS IN THE SEMI-COARSE-WOOLED SHEEP OF ZUGALAY-TYPE AGINSKY BREED

^{1,2} Khamiruev T.N., Candidate of Agriculture, Associate Professor

¹Research Institute of Veterinary Science in Eastern Siberia – the branch of Siberian Federal
Research centre of Agricultural Biotechnology, Chita, Russia

²Trans-Baikal Agrarian Institute – the branch of Irkutsk State Agrarian University named after
A.A. Ezhebskii, Chita, Russia

Key words: sheep, Agin breed, zugalay type, fleece of medium fineness, wool production, amount of wool shorn, wool quality, untrue wool, correlation.

Abstract. The authors explored wool production and quality of wool of Aginsk zugalay breed sheep of different age and sex in the pedigree-breeding unit of Lenin agricultural cooperative located in Mogoituiskiy district of Trabs-Baikal region. The results obtained show that untrue unwashed wool of medium-wool breed varied ranged from 1.91 ± 0.06 kg in the case of firsts to 3.92 ± 0.07 kg in the case of producers in output of washed wool untrue 74.13–81.81%. The average thickness of rams' wool is

32.82±1.27 mkm, ewe - 28.39±0.95, ram hogs - 28.21±0.95 and gimmer - 26.60±1.06 mkm when the strength was 10.89; 10.72; 9.21 and 9.00 cH/tex. Zugalay sheep have high concentration of wool, which varies from 66.61 to 81.72%, and rough beard hair (59.10-72.42 mkm). The highest content of wool was observed in young animals. Untrue wool of all sheep in different age and sex groups is 21.40-23.51 mkm (60-64th quality). The length of woollen fibers of the lower tier was 8.20-8.44, beard hair was 14.74-15.04 cm. The highest amount of fat and sweat was observed in servicing sheep and replacement ram hogs ($P<0,05$). The authors found out high correlation between the body weight and washed wool untrue in the sheep of all age and sex groups, especially in young sheep (0.629 in ram hogs and 0.717 in gimmers), as well as between wool thickness and its length ($r=0.273-0.668$) and between wool thickness and beard hair ($r=0.306-0.687$).

Несмотря на то, что химическая промышленность выпускает в настоящее время большое количество синтетических и искусственных волокон [1, 2], натуральные волокна, и в частности овечья шерсть, по-прежнему остаются ценным, а в отдельных случаях и незаменимым сырьём для выработки высококачественных тканей и трикотажных изделий [3].

Установлено, что шерсть и отходы ее производства обладают высокими сорбционными свойствами, которые определяются особенностями физического и химического строения волокон, а также поглощаемого сорбата. Показано, что с помощью шерсти различного происхождения, в том числе сырой овечьей, наряду с другими природными сорбентами, можно весьма эффективно удалять ионы тяжелых металлов из водных растворов [4], очищать водные ресурсы от нефтяных загрязнений [5, 6].

Полугрубая шерсть, производимая мясосальными овцами агинской породы зугалайского типа, является дополнительным видом продукции, однако весьма ценным. Она содержит различные типы волокон в разном соотношении, что влияет на ее физико-механические свойства и промышленное использование. Неоднородная полугрубая шерсть представляет собой смесь пуха, переходных волокон и ости, отчетливо различающихся по внешнему виду, тонине, извитости и другим признакам. При этом чем больше в полугрубой шерсти пуха и меньше ости, тем она ценнее.

Полугрубая шерсть является отличным сырьём для производства ковровых изделий и такого теплоизоляционного материала, как войлок [7].

В связи с этим перед нами была поставлена цель: изучить шерстную продуктивность и качественные показатели шерсти полугрубошерстных овец агинской породы зугалайского типа мясо-шерстного направления продуктивности разных половозрастных групп.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная часть работы выполнена в племенном репродукторе агрокооперативной фирмы им. Ленина Могойтуйского района Забайкальского края. Объект исследований – полугрубошерстные овцы зугалайского типа агинской породы разных половозрастных групп (бараны-производители, матки, баранчики и ярки-годовики).

Отбор образцов шерсти у подопытных животных проводили по методике ВИЖ (1969), ВАСХНИЛ (1970).

Длину шерстных волокон определяли измерением высоты нерастянутого штапеля непосредственно за лопаткой, по средней горизонтальной линии лопатки, с точностью до 0,5 см.

Выход чистого волокна, настриг чистой шерсти, тонину шерсти и ее уравнированность определяли согласно методическим рекомендациям ВНИИОК [8].

Количество жиропота определяли методом экстрагирования в аппарате Сокслета.

Вычисление коэффициента корреляции проводили непосредственно по значениям сопряженных признаков по общепринятой формуле [9].

Полученные экспериментальные данные обработаны методом вариационной статистики [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Руно у овец агинской породы зугалайского типа косичного строения. Шерсть неоднородная, полугрубая, коврового типа, эластичная, с небольшим блеском и мягкой волнистостью, в основной массе белого цвета, встречается светло-серая. Косицы мягкие, содержащие

в основном пуховые волокна и небольшое количество переходных и остевых волокон.

В табл. 1 представлены данные по живой массе, настригу невымытой шерсти и выходу шерсти особей агинской полугрубошерстной породы нового селекционного достижения.

Из представленных данных следует, что средняя живая масса баранов-производителей составляет 94,04 кг, что согласно Порядку

Таблица 1

Живая масса, настриг невымытой шерсти и выход чистой шерсти
Body weight, unwashed wool untrue and washed wool output

Группа животных	Живая масса, кг	Настриг невымытой шерсти, кг	Выход мытой шерсти, %
Бараны	94,04±1,73	3,92±0,07	74,13±1,00*
Овцематки	59,21±0,96	2,75±0,04	75,08±1,11*
Баранчики	51,39±0,78	2,00±0,07	79,61±2,44
Ярки	43,44±1,42	1,91±0,06	81,81±2,05

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

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

и условиям проведения бонитировки племенных овец полугрубошерстных пород [11] соответствует классу элита и превосходит стандарт породы на 20,5%, овцематок – 59,21 кг (элита, 18,4%); баранчиков – 51,39 кг (элита, 14,2%) и ярок – 43,44 кг (элита, 24,0%).

Настриг невымытой шерсти в разрезе половозрастных групп колебался в пределах от 1,91±0,05 кг у ярок до 3,92±0,07 у производителей.

Особи нового селекционного достижения отличаются высоким выходом мытой шерсти, который составляет 74,13–81,81%, что соответствует классу элита по всем группам овец. При этом отметим, что молодняк достоверно превосходит по данному показателю взрослых особей – на 6,73–7,68 абс.% (P<0,05).

Средняя живая масса полугрубошерстных баранов бурятской породы в весенний период составляет 60,4 кг, маток – 46,0, баранчиков – 47,8 и ярок – 38,0 кг при настриге шерсти в физической массе 2,95; 2,12; 2,05; 1,89 кг соответственно [12]. Средний настриг невымытой шерсти у тувинско-сараджинских полугрубошерстных баранов составляет 3,61 кг при выходе чистого волокна, равном 63,4%, у маток – 2,35 кг и 69,3% соответственно [13].

По морфологическому составу (табл. 2) шерсть овец агинской породы относится к неоднородной полугрубой, состоящей из пуха, переходного волоса и ости, которые отчетливо отличаются по тонине, длине, извитости и другим показателям.

Таблица 2

Морфологический состав и тонина шерстных волокон
Morphological composition and thickness of wool

Группа	Пух		Переходный волос		Ость тонкая	
	%	мкм	%	мкм	%	мкм
Бараны	66,61±2,28	23,51±0,43	19,90±1,52	41,02±0,79	13,51±1,25	72,83±3,90
Овцематки	73,91±1,79	23,32±0,51	17,40±0,84	41,60±0,84	8,70±1,99	59,10±1,85***
Баранчики	78,94±1,11	22,84±0,39	12,31±1,52	40,21±0,48	8,80±0,74	72,20±3,94
Ярки	81,72±1,90	21,40±0,62*	14,12±1,68	39,70±1,01	4,22±0,37	74,42±2,86

Анализ представленных данных свидетельствует о том, что особи создаваемого типа отличаются высоким содержанием пуха (66,61–81,72%), при этом наибольшее содержание его отмечено у молодняка. Овцы всех половозрастных групп характеризуются тонким пухом (21,40–23,51 мкм), что соответствует 60–64-му качеству, и достаточно грубой остью (59,10–72,83 мкм). Отметим, что у овцематок ость достоверно тоньше ($P<0,001$).

У полугрубшерстных баранов желательного типа Республики Тыва содержание пуха в шерсти составляет 82,1% с тониной 22,1 мкм, переходного волоса – 10,4% и 46,16 мкм, ости – 7,5% и 63,15 мкм [13].

Основные физико-механические свойства шерсти особей селекционного достижения представлены в табл. 3.

Полученные данные свидетельствуют о том, что средняя тонина шерсти у баранов составляет $32,82 \pm 1,27$ мкм, овцематок –

Таблица 3

Средняя тонина, прочность и уравниность шерсти по руно
Medium thickness, strength and wool equation according to fleece

Группа	Средняя тонина, мкм	Прочность, сН/текс	Уравниность, мкм
Бараны	$32,82 \pm 1,27$	$10,89 \pm 0,23$	$3,02 \pm 0,28$
Овцематки	$28,39 \pm 0,95^*$	$10,72 \pm 0,34$	$2,24 \pm 0,43$
Баранчики	$28,21 \pm 0,95^{**}$	$9,21 \pm 0,21$	$2,88 \pm 0,32$
Ярки	$26,60 \pm 1,06^{**}$	$9,00 \pm 0,47$	$2,61 \pm 0,57$

$28,39 \pm 0,95$, баранчиков – $28,21 \pm 0,95$ и ярков – $26,60 \pm 1,06$ мкм. У молодых особей и у овцематок средняя тонина шерсти имеет достоверно меньший показатель в сравнении с производителями. Так у ярков и баранчиков шерсть тоньше на 23,3 и 16,3% ($P<0,01$), у овцематок – на 15,5% ($P<0,95$).

Для полугрубшерстной шерсти нормальной по прочности считается шерсть, если ее разрывная нагрузка составляет не менее 9 сН/текс [14]. В наших исследованиях она составила от 9,00 у ярков до $10,89$ сН/текс у баранов-производителей, что свидетельствует о ее хорошей прочности. Наибольшей прочностью шерсти отличаются взрослые особи, по данному показателю они превосходят баранчиков и ярков на 18,5–21,1%.

Лучшими показателями уравниности шерсти по руно (разница между тониной шерсти на боку и на ляжке) характеризуются овцематки и ярки, у которых она составила $2,24 \pm 0,43$ мкм и $2,61 \pm 0,57$, тогда как у производителей $3,02 \pm 0,28$, у баранчиков – $2,88 \pm 0,32$.

В табл. 4 приведены результаты исследований по содержанию жира и пота, длине пуха и ости.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что по содержанию жира и пота в шерсти бараны и баранчики по сравнению с овцематками и ярками имеют преимущество на 15,9–21,3 и 22,3–24,0% соответственно (7,30–7,41 против 6,11–6,34% и 12,62–12,91 против 10,33–10,40%) при уровне достоверности $P<0,05$.

Длина пуха у овец составляет 8,20–8,44, ости – 14,74–15,04 см. Достоверной разницы

Таблица 4

Содержание жира, пота, длина пуха и ости
Concentration of fat and sweat, wool length and beard hair

Группа	Содержание, %		Жир/пот	Длина, см	
	жир	пот		пух	ость
Бараны	$7,41 \pm 0,44$	$12,91 \pm 1,11$	1/1,7	$8,20 \pm 0,18$	$15,04 \pm 0,21$
Овцематки	$6,11 \pm 0,41^*$	$10,40 \pm 0,32^*$	1/1,7	$8,41 \pm 0,16$	$14,82 \pm 0,16$
Баранчики	$7,30 \pm 0,20$	$12,62 \pm 0,84$	1/1,8	$8,41 \pm 0,20$	$14,79 \pm 0,26$
Ярки	$6,34 \pm 0,18^*$	$10,33 \pm 0,55^*$	1/1,6	$8,44 \pm 0,13$	$14,74 \pm 0,19$

по данному признаку в разрезе групп не установлено.

У полугрубошерстных овец бурятской породы длина верхнего яруса шерстных волокон составляет: бараны – 20,6 см, матки – 19,7, баранчики – 20,4 и ярки – 19,8 см, что выше, чем у особей агинской породы зугалайского типа, на 33,1–37,8% [12]. Можно предположить, что данный факт связан с уменьшением доли крови овец кучугуровской породы, которая была использована при создании овец бурятской и агинской пород.

У тувинско-сараджинских полугрубошерстных овец желательного типа длина пуха у баранов составляет 10,5, ости – 16,2 см [13].

В условиях Казахстана длина ости у полугрубошерстных ярок казахской породы актюбинского типа в возрасте 16 мес варьирует от 15,9 до 18,2, пуха – 6,4–7,5 см [15]. Заметим, что длина нижнего яруса шерсти ярок селекционного достижения в возрасте 12 мес составляет 8,4 см (на 0,9–2,0 см больше), что, на наш взгляд, можно объяснить проявлением

приспособительных качеств в более суровых природно-климатических условиях зоны их выращивания.

Изучению сопряженности фенотипических признаков в животноводстве посвящено немало трудов [16–19]. Однако, тем не менее, в научной литературе недостаточно данных по изучению взаимосвязи массы тела и количественных и качественных показателей, характеризующих шерстную продуктивность особей в полугрубошерстном овцеводстве.

Изучение корреляционных связей между массой и количественными и качественными показателями шерсти показало, что между ними имеется как положительная, так и отрицательная взаимосвязь (табл. 5, 6).

Анализ полученных данных указывает на положительную и достаточно высокую коррелятивную связь живой массы с настригом невыттой шерсти у овец всех половозрастных групп. Наиболее высокий показатель связи отмечен у молодняка (0,629 у баранчиков и 0,717 у ярок).

Таблица 5

Сопряженность живой массы с качественными показателями шерсти
Relation between body weight and qualitative parameters of wool

Признаки	Бараны	Овцематки	Баранчики	Ярки
Живая масса – настриг невыттой шерсти	+0,352	+0,523	+0,629	+0,717
Живая масса – средняя тонина шерсти	-0,343	-0,092	-0,038	-0,322
Живая масса – содержание пота	-0,062	+0,364	+0,558	+0,407
Живая масса – содержание жира	+0,364	+0,536	+0,440	-0,189
Живая масса – прочность шерсти	-0,253	+0,351	-0,046	-0,033
Живая масса – длина ости	+0,117	+0,326	-0,800	-0,040
Живая масса – длина пуха	+0,172	-0,026	+0,450	+0,057

Таблица 6

Сопряженность тонины пуха и ости с длиной и процентным содержанием
Relation between wool thickness and beard hair with the length and percentage concentration

Признаки	Бараны	Овцематки	Баранчики	Ярки
Тонина пуха – длина пуха	+0,430	+0,273	+0,366	+0,668
Тонина пуха – содержание пуха	-0,470	-0,133	-0,747	+0,031
Содержание пуха – длина пуха	-0,439	+0,354	-0,360	-0,372
Тонина ости – длина ости	-0,040	-0,302	+0,129	-0,072
Тонина ости – содержание ости	-0,354	+0,206	+0,361	+0,609
Содержание ости – длина ости	-0,119	+0,380	-0,279	-0,401
Тонина пуха – тонина ости	+0,306	+0,687	+0,527	+0,397
Длина пуха – длина ости	-0,283	-0,697	-0,367	-0,139

Следует отметить положительную корреляцию между живой массой и содержанием жира и пота, длиной пуха, при этом у производителей и ярок выявлена отрицательная корреляция между живой массой и содержанием пота ($-0,062$) и между живой массой и содержанием жира ($-0,189$).

Положительная корреляция признаков у особей всех групп установлена между тониной пуха и его длиной и между тониной пуха и тониной ости. Полученные результаты будут использованы в дальнейшей селекционной работе.

ВЫВОДЫ

1. Полугрубошерстные овцы агинской породы зугалайского типа по живой массе соответствуют классу элита и превосходят стандарт породы на 14,2–24,0%.

2. Особи нового селекционного достижения отличаются достаточно высоким настригом шерсти, составляющим 1,91–3,92 кг при выходе мытой шерсти 74,13–81,81%.

3. Неоднородная полугрубая шерсть овец селекционного достижения состоит из пуха (66,61–81,72%), переходного волоса (12,31–19,90%) и ости (4,22–13,51%), тонины которых составляет 21,40–23,51; 39,70–41,60 и 59,10–74,42 мкм соответственно.

4. Достаточно высокая и положительная сопряженность отмечена между живой массы и настригом невымытой шерсти у овец всех половозрастных групп. Наиболее высокий показатель связи отмечен у баранчиков (0,629) и ярок (0,717). Кроме того, выявлена коррелятивная связь между тониной пуха и его длиной (от 0,273 до 0,668); тониной пуха и тониной ости (от 0,306 до 0,687).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калимуллина А.Р., Романова Н.В. Химическая технология полимерных волокон в текстильных материалах // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2011. – № 16. – С. 141–143.
2. Салимова А.И. Необходимость создания новых текстильных материалов с повышенными эксплуатационными свойствами на основе полимеров // Там же. – 2013. – Т. 16, № 4. – С. 183–185.
3. Шкиль П.Н., Косилов В.И. Биологические особенности баранов-производителей на Южном Урале // Вестн. РАСХН. – 2009. – № 3. – С. 87–88.
4. Нагимуллина Г.Р. Исследование химической модификации отходов валяльно-войлочного производства для повышения сорбционной емкости по отношению к ионам тяжелых металлов // Журн. экологии и промышленной безопасности. – 2010. – № 1. – С. 49–54.
5. Periolatto M., Gozzelino G. Greasy Raw Wool for Clean-up Process of Marine Oil Spill: from Laboratory Test to Scaled Prototype // Chem. Eng. – 2015. – P. 43.
6. Степанова Е.В., Чаплина Т.О. Моделирование разливов нефти на поверхности воды и метод ликвидации поверхностных загрязнений углеводородами с использованием овечьей шерсти // Теорет. и приклад. экология. – 2015. – № 2. – С. 86–92.
7. Taherpour N., Salehi, M. Evaluation on wool characteristics of Iranian sheep breeds 5 – Arabi sheep breed // Animal Science Research Institute, Final Report, Ministry of Agriculture, Iran. – 2003.
8. Завгородняя Г.В., Дмитрик И.И., Павлова М.И. Классировка тонкой шерсти: метод. рекомендации. – Ставрополь, 2015. – 27 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1980. – С. 145.
10. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
11. Порядок и условия проведения бонитировки племенных овец полугрубошерстных пород. – М., 2015. – 20 с.
12. Билтуев С.И., Матханова А.В. Экологическая пластичность бурятских полугрубошерстных и грубошерстных овец // Вестн. Бурят. ГСХА им. В.Р. Филиппова. – 2008. – № 1 (10). – С. 64–65.
13. Монгуш С.С. Сравнительная оценка настрига и свойств шерсти тувинско-сараджинских полугрубошерстных и местных тувинских овец // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2018. – № 1. – С. 24–26.
14. Ерохин А.И., Гольцблат А.И., Ульянов Н.А. Селекционно-генетическое улучшение овец // Селекционно-генетическое основы повышения продуктивности овец. – Л., 1988. – С. 81–156.

15. Есенгалиев К. Е., Есенгалиев Д. К., Джанаев Д. С. Влияние подбора родительских пар по качеству шерсти казахских курдючных полугрубшерстных овец на рост и развитие потомства // Изв. Оренбург. ГАУ. – 2017. – № 3 (65). – С. 159–161.
16. Каналин К., Ахатов А. Курдючные грубошерстные овцы Казахстана. – Алматы, 2000. – С. 79–92.
17. Давлетов С. Сопряженность живой массы и настрига шерсти у верблюдов разной масти // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 4. – С. 25–26.
18. Шабунин Л. А. Взаимосвязь между признаками и их наследственностью у дочерей быков-производителей голштинской породы // Аграр. вестн. Урала. – 2014. – № 2 (120). – С. 40–42.
19. *The relationship of various muscular and skeletal scores and ultrasound measurements in the live animal, and carcass classification scores with carcass composition and value of bulls* / S. B. Conroy, M. J. Drennan, D. A. Kenny, M. McGee // *Livest. Sci.* – 2010. – Vol. 127. – P. 11–21.

REFERENCES

1. Kalimullina A. R., Romanova N. V. Himicheskaya tekhnologiya polimernykh volokon v tekstil'nykh materialakh, *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2011, No. 16, pp. 141–143. (In Russ.)
2. Salimova A. I. Neobkhodimost' sozdaniya novykh tekstil'nykh materialov s povyshennymi ehkspluatatsionnymi svoystvami na osnove polimerov, *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2013, No. 4 (16), pp. 183–185. (In Russ.)
3. Shkilyov P. N., Kosilov V. I. Biologicheskie osobennosti baranov-proizvoditelej na Yuzhnom Urale, *Vestnik RASKHN*, 2009, No. 3, pp. 87–88. (In Russ.)
4. Nagimullina G. R. Issledovanie himicheskoy modifikatsii othodov valyal'no-vojlachnogo proizvodstva dlya povysheniya sorbtsionnoy emkosti po otnosheniyu k ionam tyazhelykh metallov, *Zhurnal ehkologii i promyshlennoy bezopasnosti*, 2010, No. 1, pp. 49–54. (In Russ.)
5. Periolatto M., Gozzelino G. Greasy Raw Wool for Clean-up Process of Marine Oil Spill: from Laboratory Test to Scaled Prototype, *Chem. Eng.*, 2015, p. 43.
6. Stepanova E. V., CHaplina T. O. Modelirovanie razlivov nefi na poverhnosti vody i metod likvidatsii poverhnostnykh zagryaznenij uglevodorodami s ispol'zovaniem ovech'ej shersti, *Teoreticheskaya i prikladnaya ehkologiya*, 2015 No. 2, pp. 86–92. (In Russ.)
7. Taherpour N. and Salehi, M. *Evaluation on wool characteristics of Iranian sheep breeds 5 – Arabi sheep breed*, *Animal Science Research Institute*, Final Report, Ministry of Agriculture, Iran, 2003.
8. Zavgorodnyaya G. V. Dmitrik I. I., Pavlova M. I. *Klassirovka tonkoj shersti* (Classification of fine wool), guidelines, Stavropol', 2015, 27 p.
9. Lakin G. F. *Biometriya* (Biometrical), Moscow: Vysshaya shkola, 1980, p. 145.
10. Plohinskij N. A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* (Guide for biometrics for livestock), Moscow: Kolos, 1969, 256 p.
11. *Poryadok i usloviya provedeniya bonitirovki plemennykh ovec polugrubosherstnykh porod* (The procedure and conditions for the appraisal of breeding sheep semi-coarse wool breeds), Moscow, 2015, 20 p.
12. Biltuev S. I., Mathanova A. V. Ekologicheskaya plastichnost' buryatskikh polugrubosherstnykh i grubosherstnykh ovec, *Vestnik Buryatskoj GSKHA im. V. R. Filippova*, 2008, No. 1 (10), pp. 64–65. (In Russ.)
13. Mongush S. S. Sravnitel'naya ocenka nastriaga i svoystv shersti tuvinsko-saradzhinskiykh polugrubosherstnykh i mestnykh tuvinskiykh ovec, *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2018, No. 1, pp. 24–26. (In Russ.)
14. Erohin A. I., Gol'cblat, A. I., Ul'yanov, N. A. *Selekcionno-geneticheskoe osnovy povysheniya produktivnosti ovec*, L., 1988, pp. 81–156. (In Russ.)
15. Esengaliev K. E., Esengaliev D. K., Dzhanayev D. S. *Izvestiya Orenburgskogo GAU*, 2017, No. 3 (65), pp. 159–161. (In Russ.)
16. Kanapin K., Ahatov A. *Kurdyuchnye grubosherstnye ovcy Kazahstana*, Almaty, 2000, pp. 79–92. (In Russ.)
17. Davletov S. *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2013, No. 4, pp. 25–26. (In Russ.)
18. SHabunin L. A. *Agrarnyj vestnik Urala*, 2014, No. 2 (120), pp. 40–42. (In Russ.)
19. Conroy S. B., Drennan M. J., Kenny D. A., McGee M. The relationship of various muscular and skeletal scores and ultrasound measurements in the live animal, and carcass classification scores with carcass composition and value of bulls, *Livest. Sci.*, 2010, Vol. 127, pp. 11–21.

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.