

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE RUSSIAN FEDERATION

**SCIENTIFIC
JOURNAL
OF THE NOVOSIBIRSK
STATE AGRARIAN UNIVERSITY**



№ 4(45)/2017

NOVOSIBIRSK 2017

ВЕСТНИК

Новосибирского
государственного
аграрного
университета

Научный журнал

№ 4 (45)
октябрь – декабрь 2017

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 университета, председатель редакционной коллегии, гл. редактор (Новосибирск, Россия)
Ноздрин Г. А. – д-р вет. наук, проф., зам. главного редактора (Новосибирск, Россия)
Рудой Е. В. – д-р экон. наук, доц., проректор по научной работе (Новосибирск, Россия)

Члены редколлегии:

Вышегуров С. Х. – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры, проректор по экономике и социальной работе (Новосибирск, Россия)
Гамзиков Г. П. – д-р биол. наук, акад. РАН, проф. кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия (Новосибирск, Россия)
Донченко А. С. – д-р вет. наук, акад. РАН, научный руководитель СФНЦА РАН, зав. кафедрой эпизоотологии и микробиологии (Новосибирск, Россия)
Жучаев К. В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой частной зоотехнии и технологии животноводства, декан биолого-технологического факультета (Новосибирск, Россия)
Кашеваров Н. И. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, временно исполняющий обязанности директора СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Магер С. Н. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой хирургии и внутренних незаразных болезней (Новосибирск, Россия)
Морузи И. В. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой биологии, биоресурсов и аквакультуры (Новосибирск, Россия)
Наплекова Н. Н. – д-р биол. наук, проф. кафедры почвоведения, агрохимии и земледелия (Новосибирск, Россия)
Петухов В. Л. – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой ветеринарной генетики и биотехнологии (Новосибирск, Россия)
Пичугин А. П. – д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теоретической и прикладной физики (Новосибирск, Россия)
Попов Ю. Г. – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой акушерства, анатомии и гистологии (Новосибирск, Россия)
Смирнов П. Н. – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой физиологии и биохимии животных (Новосибирск, Россия)
Солошенко В. А. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, научный руководитель направления СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)
Стадник А. Т. – д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой менеджмента (Новосибирск, Россия)
Цильке Р. А. – д-р биол. наук, проф. кафедры селекции, генетики и лесоводства (Новосибирск, Россия)
Штерншис М. В. – д-р биол. наук, проф. кафедры защиты растений (Новосибирск, Россия)

Иностранные члены редколлегии

Булашев А. К. – д-р вет. наук, проф. кафедры биотехнологии и микробиологии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (Астана, Казахстан)
Главендскич М. М. – д-р биотехн. наук, проф. кафедры ландшафтной архитектуры Университета г. Белграда (Белград, Сербия)
Кауфман О. – д-р аграр. наук, проф. Берлинского университета им. Гумбольдта, факультет естественных наук, Институт сельского хозяйства и садоводства им. Альбрехта Даниэля Тэера, почетный доктор ФГБОУ ВО НГАУ (Берлин, Германия)
Коуржил Я. – Ph. D., проф. лаборатории искусственного размножения рыб и интенсивной аквакультуры факультета рыбоводства и охраны вод Южно-Чешского университета (Чешские Будеевице, Чехия)
Поповски З. – д-р аграр. наук, проф. кафедры биохимии и генетического инженерства университета «Св. Кирилл и Мефодий» (Скопье, Македония)
Шейко И. П. – д-р с.-х. наук, акад. НАН Республики Беларусь, первый зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (Жодино, Беларусь)

Технический редактор *Слобожанин Д. М.*
Компьютерная верстка *Зенина В. Н.*
Переводчик *Шмидт Л. В.*
Подписано в печать 25 декабря 2017 г.
Формат 60 × 84 ¹/₈. Объем 25,1 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 1916.

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 the Novosibirsk
State
Agrarian
University

Scientific journal

No. 4(45)
October-December 2017

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 the 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. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of NSAU, the Chief of Editorial Board, Editor-in-Chief (Novosibirsk, Russia)

Nozdrin G.A. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, the Deputy of Editor-in-Chief (Novosibirsk, Russia)

Rudoy E.V. – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector on Science and Research at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Editorial Board:

Vyshegurov S.Kh. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Chair of Botany and Landscape Architecture at NSAU, Vice-Rector on Economic and Social Affairs (Novosibirsk, Russia)

Gamzikov G.P. – Doctor of Biological Sciences, Academician of RAS, Professor at the Chair of Soil Sciences, Agrochemistry and Crop Farming at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Donchenko A.S. – Doctor of Veterinary Sciences, Academician of RAS, Scientific Supervisor at Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies (RAS), the Head of the Chair of Epizootology and Microbiology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Zhuchayev K.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Special Livestock Farming and Animal Husbandry, Dean of Biology-Technological Faculty at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Kashevarov N.I. – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of RAS, Chief of Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies (RAS) (Novosibirsk, Russia)

Mager S.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Surgery and Non-Infectious Diseases at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Moruzi I.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Biology, Bioreources and Aquaculture at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Naplekova N.N. – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Soil Sciences, Agrochemistry and Crop Farming at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Petukhov V.L. – Doctor of Biological Sciences, Professor, the Head of the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Pichugin A.P. – Doctor of Technical Sciences, Professor, the Head of the Chair of Theoretical and Applied Physics at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Popov Iu.G. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, the Head of the Chair of Obstetrics, Anatomy and Histology at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Smirnov P.N. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, the Head of the Chair of Physiology and Animal Biochemistry at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Soloshenko V.A. – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of RAS, Scientific Chair 91 of Siberian Research Institute of Animal Husbandry, Siberian Research Centre for Agricultural Biotechnologies (RAS) (Novosibirsk, Russia).

Stadnik A.T. – Doctor of Economic Sciences, Professor, the Head of the Chair of Management at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Tsilke R.A. – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Selection, Genetics and Forestry at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Shternshis M.V. – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Plant Protection at NSAU (Novosibirsk, Russia)

Foreign members of the editorial Board

Bulashev A.K. – Doctor of Veterinary Sciences, Professor at the Chair of Biotechnology and Microbiology at Seifullin Dazakh Agrotechnical University (Astana, Kazakhstan)

Glawendiskiz Milka M. – Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Landscape Architecture at the University of Belgrade (Belgrade, Serbia)

Kauffmann O. – Doctor of Agricultural Sciences, Professor at Humboldt University, Faculty of Life Sciences, Albrecht Daniel Thaer - Institute of Agricultural and Horticultural Sciences, Honorary Professor of NSAU (Berlin, Germany).

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 (České Budějovice, Czech Republic)

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

Sheiko I.P. – Doctor of Agricultural Sciences, Academician of NAS of Belarus, First Deputy of the Chief of Animal Husbandry Research Institute of NAS of Belarus (Zhodino, Belarus)

Typing: *Slobozhanin D. M.*

Desktop publishing: *Zenina V. N.*

Translator: *Shmidt L. V.*

Passed for printing on 25 december 2017

Size is 60 × 84¹/₈; Volume contains 25,1 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times” is used. Order no. 1916.

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Галеев Р.Р., Самарин И.С., Андреева З.В.</i> Влияние погодных условий на урожайность и качество мягкой яровой пшеницы в интенсивном земледелии лесостепи Новосибирского Приобья.....	9
<i>Полухин Н.И., Мызгина Г.Х., Колошина К.А.</i> Устойчивость сибирских сортов картофеля к вирусу Y	16
<i>Прошкин Б.В., Климов А.В.</i> Возникновение, структура и динамика популяций <i>Populus × jrtyschensis</i> CH. Y. Yang. в зоне естественной гибридизации	23
<i>Синецких В.Е., Васильева Н.В.</i> Засоренность зерновых агроценозов при минимизации основной обработки почвы в лесостепи Приобья	32

БИОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ

<i>Загорская А.А., Сидорчук Ю.В., Дейнеко Е.В.</i> Оптимизация параметров роста клеточных линий некоторых видов двудольных растений в условиях суспензионной культуры.....	41
<i>Назарова Г.Г., Проскурняк Л.П., Петрова М.О., Князев С.П.</i> Зависимость способности к доминированию самцов водяной полёвки <i>Arvicola amphibious</i> L. от величины помёта при рождении	50
<i>Осокина А.С., Колбина Л.М., Гуцин А.В.</i> Математическое планирование эксперимента в изучении привлекательности питательной среды для личинок <i>Galleria mellonella</i>	57
<i>Сидорчук Ю.В., Герасименко И.М., Шелудько Ю.В., Дейнеко Е.В.</i> Регуляторные элементы для экспрессии трансгенов в меристемах растений	66
<i>Стрижкова М.В., Коновалова Т.В., Короткевич О.С.</i> Содержание макроэлементов в сыворотке крови животных черно-пестрой породы	75

ВЕТЕРИНАРИЯ

<i>Земляничная Е.И., Распутина О.В., Наумкин И.В., Амироков М.А.</i> Морфологическая характеристика тимуса новорожденных особей американской норки различных окрасочных генотипов	83
<i>Логинов С.И., Донченко А.С., Амироков М.А.</i> Влияние обработок противопаразитарными препаратами на гематологические показатели и титры противовирусных антител у инфицированного влкрс крупного рогатого скота.....	90
<i>Надточий А.Ю., Заболотных М.В., Власенко В.С.</i> Влияние препарата <i>ImmuGuard</i> на иммунобиохимический статус цыплят-бройлеров	96
<i>Ноздрин А.Г., Ноздрин Г.А., Лагода О.В., Гребенищикова Е.А.</i> Применение жидкой формы ветома телятам в ранний постнатальный период жизни	103
<i>Ноздрин Г.А., Диденко Е.В., Лемяк А.А.</i> Экстерьерные показатели жеребят-отъемышей орловской рысистой породы при применении ветома 3.22 и ветома 3	109
<i>Семененко М.П., Фомин О.А., Кононенко С.И., Кузьминова Е.В.</i> Гепатозащитная активность ликверола	116

ЗООТЕХНИКА, АКВАКУЛЬТУРА, РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Безбородов П.Н.</i> Показатель кондиции <i>Body Condition Score (BCS)</i> у молочных коров со смещением сычуга.....	124
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Морузи И.В., Раджабов Ф.М., Пищенко Е.В., Азизов Ф.Ф.</i> Повышение эффективности выращивания карповых рыб в условиях Таджикистана.....	142
<i>Семёнова Ю.В., Улитко В.Е., Пыхтина Л.А., Десятов О.А., Савина Е.В., Малышева А.И., Шуклина А.В.</i> Эффективность использования сорбирующей пробиотической добавки Bisolbi в рационах свиней при их выращивании и откорме.....	149
<i>Сидорова А.Л., Строганова И.Я., Кашин А.С., Колесников В.А.</i> Природные минералы Хакасии в кормлении мясного молодняка сельскохозяйственной птицы.....	156
<i>Усова Т.В., Ланцева Н.Н., Швыдков А.Н., Рябуха Л.А., Чебаков В.П.</i> Влияние пробиотического препарата «Биологический комплекс кормов» (БКК) на переваримость, усвояемость комбикормов и продуктивные показатели цыплят-бройлеров.....	166

ЭКОНОМИКА

<i>Банникова Н.В., Сидорова Д.В., Астраханцева Е.Ю.</i> Комплексная оценка программного регулирования условий воспроизводства трудовых ресурсов сельских территорий.....	172
<i>Кабаков В.М., Кабакова О.Г., Стадник А.Т., Камзабаева М.С.</i> Транспортное обеспечение сельскохозяйственного производства Новосибирской области: состояние, проблемы, пути совершенствования.....	184
<i>Петрова М.И., Осипова В.В.</i> Агроэнергетическая и экономическая оценка создания люцерновых агрофитоценозов в Республике Саха (Якутия).....	193
<i>Чернова С.Г.</i> Современное состояние и методика расчета перспективных индикаторов развития молочного животноводства в регионе.....	201

CONTENTS

AGRICULTURE AND FORESTRY

- Galeev R.R., Samarin I.S., Andreeva Z.V.* Influence of climate conditions on the crop yield and quality of spring wheat in intensive farming of the forest-steppe of Novosibirsk Ob zone9
- Polukhin N.I., Myzgina G.Kh., Koloshina K.A.* Resistance of Siberian potato varieties to Y virus16
- Proshkin B.V., Klimov A.V.* Origin, structure and dynamics of популяций populus × jrtyschensis ch. y. yang populations in the area of natural hybridization23
- Sineshchekov V.E., Vasilieva N.V.* Grain dockage when minimum soil tillage in the forest-steppe of Ob zone.....32

BIOLOGY, PHYSIOLOGY AND ECOLOGY

- Zagorskaya A. A., Sidorchuk Yu. V.* optimization of the growth parameters of cell lines and some types of dicotyledonous plants in the conditions of a suspension culture.....41
- Nazarova G.G., Proskurniak L.P., Petrova M.O., Kniazev S.P.* Relation between water vole arvicola amphibious l. males and litter50
- Osokina A.S., Kolbina L.M., Gushchin A.V.* Mathematical planning of the experiment in studying the environment for galleria mellonella larvae57
- Sidorchuk Iu.V., Gerasimenko I.M., Sheludko Iu.V., Deineko E.V.* Regulatory elements for transagents expression in plants merisystems.....66
- Strizhkova M.V., Konovalova T.V., Korotkevich O.S.* Concentration of macroelements in blood serum of Black-and-White cattle75

VETERINARY SCIENCE

- Zemlianitskaia E.I., Rasputina O.V., Naumkin I.V., Amirokov M.A.* Morphological characteristics of thymus of new-born American mink of different colour genotype83
- Loginov S. I., Donchenko A.S., Amirokov M.A.* Effect of antiparasitic drug treatments on hematologic indices and titres of antiviral antibodies in infected bovine vkr.....90
- Nadtochii A.Iu., Zabolotnyh M.V., Vlasenko V.S.* Impact of immuguard on biochemical condition of broiler chickens.96
- Nozdrin G.A., Didenko E.V., Leliak A.A.* Exterior parameters of weaning colts when applying vetom 3.22 and vetom 3103
- Nozdrin A.G., Nozdrin G.A., Lagoda O.V., Grebenshchikova E.A.* Application of liquid form of vetom for calves in early post-natal period109
- Semenenko M.P., Fomin O.A., Kononenko S.I., Kuzminova E.V.* Hepatoprotective effect of liquirol116

LIVESTOCK FARMING, AQUACULTURE AND FISHERY

- Bezborodov P.N.* Condition parameter «body condition score (bcs)» of the dairy cows with displaced abomasum124
- Moruzi I.V., Radzhabov F.M., Pishchenko E.V., Azizov F.F.* Efficiency of growing carp in Tadzhikistan...142
- Semenova Iu.V., Ulitko V.E., Pykhtina L.A., Desiatov O.A., Savina E.V., Malysheva A.I., Shuklina A.V.* Efficiency of absorbing probiotic bisolbi when feeding pigs and their fattening149
- Sidorova A.L., Stroganova I.Ia., Kashin A.S., Kolesnikov V.A.* Natural minerals of Khakassia when feeding meat young poultry156

CONTENTS

Usova T.V., Lantseva N.N., Shvydkov A.N., Riabukha L.A., Chebakov V.P. Influence of probiotic “biological feed complex” on digestibility, feedstuff accessibility and fertile parameters of broilers 166

ECONOMICS

Bannikova N.V., Sidorova D.V., Astrakhantseva E.Iu. Complex assessment of time pattern control of labour resources reproduction in rural areas 172

Kabakov V.M., Kabakova O.G., Stadnik A.T., Kamzebaeva M.W. Logistics in agriculture of Novosibirsk region: situation, problems and ways of development..... 184

Petrova M.I., Osipova V.V. Agroenergetic and economic assessment of lucerne agrophytocenoses in the Republic Sakha (Yakutia) 193

Chernova S.G. Current situation and calculation of indicators of dairy cattle breeding development in the region 201

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 633.111.1

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

Р. Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

И. С. Самарин, аспирант

З. В. Андреева, доктор биологических наук

Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия

E-mail: rastniev@mail.ru

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, интенсивная технология, погодные условия, площадь листьев, урожайность, структура урожая, доля влияния фактора

Реферат. Яровая мягкая пшеница – одна из важнейших сельскохозяйственных культур. Изучение взаимодействия генотипа сортов с конкретными условиями окружающей среды является необходимым условием как для создания новых высокопродуктивных сортов, так и для разработки современных технологий возделывания мягкой яровой пшеницы в условиях конкретной климатической зоны. Цель работы – изучение влияния погодных условий на урожайность и качество яровой мягкой пшеницы в интенсивном земледелии лесостепи Новосибирского Приобья. Эксперименты проводились в производственных условиях ЗАО Племзавод «Ирмень» в Ордынском районе Новосибирской области в 2014–2016 гг. Была дана оценка урожайности и качества зерна сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелости в условиях традиционного и интенсивного уровня земледелия. Показано, что возделывание по интенсивной технологии вызвало достоверное увеличение максимальной и средней площади листьев сортов пшеницы, причем у среднераннего сорта Новосибирская 31 данные показатели значительно варьировали в зависимости от условий года. Установлено, что применение интенсивной технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий года обеспечило прибавку урожая на 35,1–41,7% у среднераннего сорта Новосибирская 31 и на 37,4–55,3% у среднеспелого сорта Новосибирская 18. Интенсивная технология обеспечивала увеличение показателей ряда хозяйственно-ценных признаков, однако прибавка значительно изменялась в зависимости от условий года. Доля влияния условий года на урожайность и на ряд хозяйственно-ценных признаков оказалась ниже доли влияния генотипа и технологии возделывания.

INFLUENCE OF CLIMATE CONDITIONS ON THE CROP YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT IN INTENSIVE FARMING OF THE FOREST-STEPPE OF NOVOSIBIRSK OB ZONE

Galeev R.R., Dr. of Agricultural Sc., Professor

Samarin I.S., PhD-student

Andreeva Z.V., Dr. of Biological Sc.

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: spring wheat, intensive technology, weather, leaf surface, crop yield, crop yield structure, the part of influence factor.

Abstract. Spring wheat is considered to be one of the most important crops. The authors focus on relation between variety genotypes and environmental conditions as it is of great importance both for selecting new highly productive varieties and development of modern technologies of spring wheat cultivating in concrete climatic zone. The paper aims at studying influence of the weather on the crop yield and quality of spring wheat in intensive farming of Novosibirsk Ob forest-steppe zone. The experiments were carried out at on-the farm conditions of Irmen stud farm (Ordynskii district, Novosibirsk region) in 2014-2016. The authors estimate the crop yield and quality of spring wheat of different ripening groups in conditions of traditional and intensive farming. The paper shows that intensive technology cultivating resulted in increasing maximum and average leaf surface of spring wheat. The data of Novosibirskaya 31 variety varied in dependence on year conditions. The authors found out that intensive farming technology increased crop yield on 35.1- 41.7 % of mid-early ripening variety Novosibirskaya 31 and on 37.4 – 55.3% of mid-ripening variety Novosibirskaya 18. Intensive technology increased economic indicators whereas it varied in dependence of year conditions. The part of year conditions influence on crop yield and economic indicators was lower than the part of genotype influence and technology of cultivating.

Яровая пшеница является одной из важнейших зерновых культур в мире. Однако несмотря на высокую хозяйственную значимость данной культуры, урожайность и качество зерна в производственных условиях остаются на довольно низком уровне [1]. Это обусловлено недостатком современных высокоурожайных сортов, нарушением технологии возделывания, а также недостаточной изученностью биологических особенностей высокопродуктивных сортов пшеницы в конкретных почвенно-климатических условиях [2].

Западная Сибирь – регион с рискованными условиями для стабильного производства зерна пшеницы. Природно-климатические условия в данном регионе отличаются исключительным разнообразием, суровостью и изменчивостью во времени и пространстве [3–5]. В этой связи наблюдаются значительные колебания как урожайности, так и качества зерна мягкой яровой пшеницы по годам [6]. Одно из центральных мест в повышении производительности и улучшении качества зерна принадлежит сортам, способным реализовать потенциал генотипа при определенных агроклиматических и технологических условиях [7, 8]. Проблема стабильного производства высококачественного зерна яровой пшеницы требует комплексного решения, прежде всего, за счет сортов, хорошо приспособленных к разнообразным агроклиматическим условиям [9]. Однако ориентация на сорта с высоким биологическим потенциалом продуктивности в определенной степени способствует снижению их устойчивости к неблагоприятным воздействиям среды [10–12].

Таким образом, изучение взаимодействия генотипа сортов с конкретными условиями окружа-

ющей среды является необходимым условием как для создания новых высокопродуктивных сортов, так и для разработки современных технологий возделывания мягкой яровой пшеницы в условиях конкретной климатической зоны.

Цель исследований – изучить влияние погодных условий на урожайность и качество сортов яровой мягкой пшеницы в интенсивном земледелии лесостепи Новосибирского Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились на полях ЗАО Племзавод «Ирмень» в 2014–2016 гг. Почвенный покров опытного участка представлен черноземом выщелоченным среднегумусным среднемощным с содержанием гумуса в верхнем пахотном слое 5,7–6,9%, которое с глубиной уменьшается. Содержание гумуса в метровом слое почвы 400–450 м³/га. Предшественником для исследуемых сортов пшеницы являлся горох.

Повторность опытов – четырехкратная, общая и учетная площади делянки составили 476 и 420 м² соответственно. Традиционная технология возделывания зерновых (без применения средств химизации) использовалась в качестве контроля. Под контроль вносили 1 ц/га аммиачной селитры.

Интенсивная технология заключалась в применении удобрений, гербицидов, инсектицидов и фунгицидов. Было внесено 1,7 ц/га аммиачной селитры и 1,2 ц/га нитроаммофоски. В качестве средств химической защиты растений применялись инсектицид Актара в конце кушения – начале ко-

лошения (0,07 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га), гербицид Диален-супер в фазе кущения (0,6 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га) и фунгицид Амистар-Трио в конце колошения – начале цветения (1 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га).

В исследованиях изучалась продуктивность сортов мягкой яровой пшеницы Новосибирская 31 (среднеранний) и Новосибирская 18 (среднеспелый).

Продуктивность сортов была оценена в соответствии с методикой Госсортоиспытания [13,14]. Полученные данные были статистически обработаны по методике полевого опыта [15], а также с применением пакета программ SNEDECOR.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Метеорологические условия вегетационного периода в 2014 г. сложились в целом удачно для роста и развития зерновых культур. Под снежный покров почва ушла увлажненной. Количество осадков в зимне-весенний период более чем в 2 раза превышало среднюю многолетнюю норму. В июне наблюдался дефицит осадков (35% от нормы), однако в другие месяцы вегетационного периода количество осадков вновь превысило среднюю многолетнюю норму. Температура воздуха в течение вегетационного периода в целом была близка к норме.

Погодные условия вегетационного периода в 2015 г. также были благоприятны для роста и развития зерновых культур. Почва перед зимним периодом была увлажненной. В зимне-весенний период сумма осадков вдвое превышала их среднемноголетнее количество. Однако в июне вновь наблюдался дефицит осадков (70% от нормы), тогда как в другие месяцы вегетационного периода количество осадков превышало норму. Температура воздуха в течение вегетационно-

го периода в целом была выше нормы на 1–2°C. Погоду вегетационного периода 2015 г. можно охарактеризовать как теплую и влажную.

В 2016 г. в осенне-зимне-весенний период, а также в период вегетации количество осадков в целом было близко к среднемноголетней норме. Небольшой дефицит осадков наблюдался в мае, в течение месяца осадки были распределены равномерно. Июль характеризовался небольшим избытком осадков, однако в конце вегетационного периода (август) наблюдался острый недостаток влаги, осадков выпало лишь 24% от средней многолетней нормы. Температура всех летних месяцев превышала норму на 1–2°C. В целом вегетационный период 2016 г. можно охарактеризовать как жаркий и средневлажный.

В ходе исследований проводились измерения максимальной и средней площади листьев у сортов пшениц, возделываемых по разным технологиям (табл. 1). При возделывании сортов пшениц на интенсивном фоне наблюдалось повышение максимальной и средней площади листьев относительно контроля как у среднераннего сорта Новосибирская 31, так и у среднеспелого Новосибирская 18. Отмечено, что при возделывании сорта Новосибирская 31 с применением интенсивных технологий увеличение максимальной и средней площади листьев относительно контроля в зависимости от года изменялось значительно (от 27 до 45 и от 25 до 60% соответственно). При возделывании сорта Новосибирская 18 на интенсивном фоне увеличение максимальной и средней площади листьев относительно контроля находилось примерно на одном уровне.

В табл. 2 приведены показатели урожайности сортов мягкой яровой пшеницы в зависимости от условий года и уровня интенсификации. Урожайность сортов в различных вариантах опыта

Таблица 1

Зависимость площади листьев у сортов яровой мягкой пшеницы от уровня интенсификации и условий года
Relation between spring wheat leaf surface and intensification and year conditions

Сорт	Уровень интенсификации	Площадь листьев, тыс. м ² /га							
		максимальная				средняя			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	средняя	2014 г.	2015 г.	2016 г.	средняя
Новосибирская 31	0 (контроль)	9,65	10,18	10,76	10,20	7,62	8,65	9,20	8,49
	Удобрение, гербицид, фунгицид	12,23	13,57	15,62	13,81	9,56	11,62	14,76	11,98
Новосибирская 18	0 (контроль)	11,26	11,58	12,13	11,66	8,14	9,76	10,12	9,34
	Удобрение, гербицид, фунгицид	13,76	15,65	16,72	15,38	11,25	14,58	15,12	13,65
НСР ₀₅					1,07				1,68

варьировала по годам. Установлено, что применение интенсивной технологии обусловило прибавку урожайности относительно контроля у исследуемых сортов во все годы исследования. Максимальная прибавка у сорта пшеницы Новосибирская 31 была зафиксирована в 2014 г. и составила 41,7%, у сорта Новосибирская 18 максимальная прибавка урожайности в 2016 г. составила 55,3%.

В ходе исследований при возделывании яровой мягкой пшеницы по интенсивной технологии

отмечены достоверные прибавки относительно контроля числа колосков в колосе, массы 1000 зерен, числа зерен в колосе, стекловидности, содержания сырого белка и сырой клейковины в зерне (табл. 3). Различия по указанным признакам установлены как для сорта Новосибирская 31, так и для сорта Новосибирская 18. Однако отмечено, что значения указанных признаков в меньшей степени зависели от условий года в сравнении с уровнем технологического обеспечения.

Таблица 2

Урожайность сортов мягкой яровой пшеницы в зависимости от условий года и уровня интенсификации, т/га
Crop yield of spring wheat varieties in respect to year conditions and intensification, t/ha

Год	Новосибирская 31		Новосибирская 18	
	традиционная технология	интенсивная технология	традиционная технология	интенсивная технология
2014	2,23	3,16	2,47	3,48
2015	3,18	4,39	3,56	4,89
2016	3,65	4,93	3,94	6,12
Средняя	3,02	4,16	3,32	4,83

В ходе исследования были подсчитаны коэффициенты корреляции урожайности зерна сортов яровой мягкой пшеницы и элементов структуры урожая при разных технологиях возделывания в зависимости от условий года (табл. 4). Урожайность среднераннего сорта

Новосибирская 31 при традиционной технологии возделывания во все годы исследования была тесно связана с массой зерна с растения, числом зерен в колосе, числом растений с 1 м²; при интенсивной технологии – с числом коло-

Таблица 3

Зависимость хозяйственно-ценных признаков у сортов яровой мягкой пшеницы от уровня интенсификации и условий года
Relation between economic features of spring wheat varieties and intensification and year conditions

Показатель	Год	Новосибирская 31		Новосибирская 18		НСР ₀₅
		традиционная технология	интенсивная технология	традиционная технология	интенсивная технология	
1	2	3	4	5	6	7
Число зерен в колосе, шт.	2014	35	46	48	52	3,26
	2015	26	29	31	34	1,26
	2016	28	30	27	29	1,42
	Среднее	30	35	35	38	1,98
Масса 1000 зерен, г	2014	34	42	36	48	2,15
	2015	36	41	38	46	2,46
	2016	38	43	40	48	1,92
	Среднее	36	42	38	47	2,18
Число колосков в колосе, шт.	2014	11,8	14,2	12,6	16,7	1,15
	2015	11,6	13,6	13,5	16,8	0,86
	2016	12,1	15,2	11,8	17,2	1,43
	Среднее	11,8	14,3	12,6	16,9	1,1
Стекловидность, %	2014	48,6	53,8	57,8	62,5	4,15
	2015	51,2	55,2	58,6	63,4	3,76
	2016	53,6	54,3	59,2	64,8	4,02
	Среднее	51,1	54,4	58,5	63,6	3,98

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Содержание сырого белка в зерне, %	2014	9,65	11,23	10,25	12,86	0,13
	2015	9,76	11,46	10,38	11,76	0,18
	2016	10,02	11,05	10,30	12,53	0,20
	Среднее	9,81	11,25	10,31	12,38	0,17
Содержание сырой клейковины, %	2014	28,5	31,4	30,3	33,2	0,38
	2015	29,3	33,20	33,2	34,70	0,26
	2016	28,8	32,6	31,8	33,9	0,31
	Среднее	28,9	32,4	31,8	33,9	0,32

* 5%-й уровень значимости.

сков в колосе, числом зерен в колосе, числом растений с 1 м².

Урожайность среднеспелого сорта Новосибирская 18 при традиционной технологии возделывания во все годы исследования значительно

коррелировала с массой зерна с растения, числом зерен в колосе, числом растений с 1 м²; при интенсивной технологии – с продуктивным стеблестоем, числом зерен в колосе, массой зерна с растения.

Таблица 4

Коэффициенты корреляции урожайности зерна сортов яровой мягкой пшеницы и элементов структуры урожая при разных технологиях возделывания в зависимости от условий года
Coefficients of spring wheat grain correlation and the elements of crop yield structure when using different technologies of cultivating in different year conditions

Признак	Год	Новосибирская 31		Новосибирская 18	
		традиционная технология	интенсивная технология	традиционная технология	интенсивная технология
Масса зерна с растения	2014	0,86*	0,73*	0,89*	0,92*
	2015	0,79*	0,68*	0,78*	0,85*
	2016	0,82*	0,70*	0,83*	0,81*
Продуктивный стеблестой	2014	0,67*	0,74*	0,73*	0,87*
	2015	0,56*	0,64*	0,68*	0,73*
	2016	0,47*	0,58*	0,72*	0,67*
Число колосков в колосе	2014	0,72*	0,87*	0,61	0,67*
	2015	0,68*	0,75*	0,53	0,71*
	2016	0,76*	0,72*	0,64	0,63*
Число зерен в колосе	2014	0,87*	0,93*	0,79*	0,88*
	2015	0,92*	0,78*	0,76*	0,43
	2016	0,87*	0,68	0,71*	0,86*
Масса 1000 зерен	2014	0,56	0,59	0,67	0,72*
	2015	0,63	0,72	0,68	0,67*
	2016	0,59	0,72	0,61	0,67*
Число растений с 1 м ²	2014	0,78*	0,83*	0,72*	0,78*
	2015	0,69*	0,74*	0,76*	0,76*
	2016	0,83*	0,48	0,82*	0,83*

Взаимосвязь между массой зерна с растения и урожайностью варьировала по сортам и вариантам незначительно во все годы исследований, а взаимосвязь урожайности и продуктивного стеблестоя – значительно. Это дает возможность предположить, что такой элемент урожайности, как продуктивный стеблестой, подвержен влиянию погодных факторов больше, чем другие изученные признаки.

Высокая стабильность наблюдается во взаимосвязи урожайности зерна с числом зерен в колосе, причем коэффициенты взаимодействия примерно равны по годам, но различаются в зависимости от технологии возделывания.

По итогам исследования были подсчитаны доли влияния генотипа, уровня интенсификации и условий года на фенотипическое варьирование таких хозяйственно-ценных признаков яровой мягкой пше-

ницы, как число зерен в колосе, масса зерна колоса и содержание сырой клейковины в зерне (табл. 5).

Установлено, что максимальной долей влияния на фенотипическое проявление всех трех хозяйственно-ценных признаков обладает уровень интенсификации. Погодные условия также вносят весомый вклад в фенотипическое варьирование признаков, однако доля их влияния ниже, чем доля влияния генотипа и уровня интенсификации.

Подсчитана и доля влияния факторов на урожайность яровой мягкой пшеницы. Оказалось, что на урожайность пшеницы уровень интенсификации

влиял на 35%, генотип – на 26, условия года – на 22, взаимодействие всех факторов – на 10%. В целом доля влияния условий года на все изученные признаки составляла 22–25%.

Таким образом, возделывание современных высокопродуктивных сортов по высокоинтенсивным технологиям позволяет в большей мере реализовать их генетический потенциал, а также снизить неблагоприятное воздействие факторов среды на урожайность яровой мягкой пшеницы и получать стабильные урожаи качественного зерна независимо от условий года.

Таблица 5

Доля влияния особенностей генотипа и уровня интенсификации в общем фенотипическом варьировании некоторых признаков яровой мягкой пшеницы (2014–2016 гг.)
The part of genotype influence and intensification in the total phenotypical variation of some spring wheat characteristics in 2014-2016

Признак	Доля влияния фактора, %				
	фактор А (генотип)	фактор В (уровень интенсификации)	фактор С (год)	взаимодействие АВС	случайное отклонение
Число зерен в колосе	25,40	34,05	24,80	1,75	2,03
Масса зерна колоса	26,95	36,60	22,30	3,76	2,90
Содержание сырой клейковины	28,3	35,6	24,2	11,9	0

ВЫВОДЫ

1. Возделывание по интенсивной технологии вызвало достоверное увеличение максимальной и средней площади листьев сортов пшеницы, причем у среднераннего сорта Новосибирская 31 данные показатели значительно варьировали в зависимости от условий года.

2. Применение интенсивной технологии возделывания яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий года обеспечило прибавку урожая на 35,1–41,7% у среднераннего сорта

Новосибирская 31 и на 37,4–55,3% у среднеспелого сорта Новосибирская 18.

3. Установлено, что применение интенсивной технологии обеспечивало увеличение показателей ряда хозяйственно-ценных признаков, однако прибавка значительно изменялась в зависимости от условий года.

4. Доля влияния условий года на урожайность и на ряд хозяйственно-ценных признаков оказалась ниже доли влияния генотипа и уровня технологического обеспечения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева З. В., Цильке Р. А. Экологическая изменчивость урожайности зерна и генетический потенциал мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2014. – 308 с.
2. Пакуль В. Н. Технологические приемы интенсификации возделывания озимой ржи и ярового ячменя в лесостепи Кузнецкой котловины: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Барнаул, 2009. – 40 с.
3. Новохатин В. В. Обоснование генетического потенциала у интенсивных сортов мягкой пшеницы (*Triticum aestivum*) // С.-х. биология. – 2016. – № 5 (51). – С. 627–635.
4. Баталова Г. А. Состояние и перспективы селекции и возделывания зернофуражных культур в России // Зерн. хоз-во России. – 2011. – № 3. – С. 11–14.
5. Милащенко Н. З., Завалин А. А., Самойлов Л. Н. Освоение систем интенсивных технологий производства зерна пшеницы с научным сопровождением // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 8–10.
6. Державин Л. М. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в энергосберегающих агротехнологиях возделывания яровых зерновых культур при модернизации зернового хозяйства. – М.: ВНИИА, 2012. – 56 с.

7. Державин Л. М. Роль химизации земледелия в модернизации сельского хозяйства России // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 7. – С. 33–37.
8. Андреева З. В., Цильке Р. А. Влияние экологических факторов на реализацию генетического потенциала сортов мягкой яровой пшеницы в Западной Сибири // Вестн. КрасГАУ. – 2008. – № 6. – С. 27–32.
9. Галеев Р. Р., Кирьяков В. П. Особенности производства зерновых культур в адаптивном земледелии Западной Сибири. – Новосибирск: Ритм, 2006. – 232 с.
10. Галеев Р. Р., Мартенков Н. М. Интенсификация производства зерновых культур в Западной Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2010. – 169 с.
11. Продуктивность яровой пшеницы по пару при различных технологиях в лесостепи Западной Сибири / А. Н. Власенко, В. Н. Шоба, И. Н. Шарков, Л. Н. Иодко // Земледелие. – 2014. – № 5. – С. 26–28.
12. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Томской области / С. А. Сучкова, Т. П. Таранова, Ж. К. Жунусбаева, Т. И. Зуева // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2013. – № 370. – С. 183–186.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1989. – Вып. 2. – 194 с.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 1. – 267 с.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

REFERENCES

1. Andreeva Z. V., Tsil'ke R. A. *Ekologicheskaya izmenchivost' urozhainosti zerna i geneticheskii potentsial myagkoi yarovoi pshenitsy v Zapadnoi Sibiri* (Ecological variability of grain yield and genetic potential of soft spring wheat in Western Siberia), Novosibirsk, ITs NGAU Zolotoi kolos, 2014, 308 p.
2. Pakul' V.N. *Tekhnologicheskie priemy intensifikatsii vozdel'yvaniya ozimoi rzhii i yarovogo yachmenya v lesostepi Kuznetskoi kotloviny* (Technological methods of intensification of cultivation of winter rye and spring barley in the forest-steppe of the Kuznetsk basin), Extended abstract of Doctor's thesis, Barnaul, 2009, 20 p.
3. Novokhatin V. V. *S. – kh. Biologiya*, 2016, No. 5 (51), pp. 627–635 (In Russ.)
4. Batalova G. A. *Zern. khoz-vo Rossii*, 2011, No. 3, pp. 11–14. (In Russ.)
5. Milashchenko N. Z., Zavalin A. A., Samoilov L. N. *Zemledelie*, 2015, No. 7, pp. 8–10. (In Russ.)
6. Derzhavin L. M. *Rekomendatsii po proektirovaniyu integrirovannogo primeneniya sredstv khimizatsii v energosberegayushchikh agrotekhnologiyakh vozdel'yvaniya yarovykh zernovykh kul'tur pri modernizatsii zernovogo khozyaistva* (Recommendations on the design of integrated application of chemicalization means in energy-saving agrotechnologies for the cultivation of spring grain crops during the modernization of the grain economy), Moscow, VNIIA, 2012, 56 p.
7. Derzhavin L. M., *APK: ekonomika, upravlenie*, 2011, No. 7, pp. 33–37. (In Russ.)
8. Andreeva Z. V., Tsil'ke R. A. *Vestn. KrasGAU*, 2008, No. 6, pp. 27–32. (In Russ.)
9. Galeev R. R., Kir'yakov V. P. *Osobennosti proizvodstva zernovykh kul'tur v adaptivnom zemledelii Zapadnoi Sibiri* (Features of cereals production in adaptive agriculture of Western Siberia), Novosibirsk, Ritm, 2006, 232 p.
10. Galeev R. R., Martenkov N. M. *Intensifikatsiya proizvodstva zernovykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri* (Intensification of cereal production in Western Siberia), Novosibirsk, Agra-Sibir, 2010, 169 p.
11. Vlasenko A. N., Shoba V. N., Sharkov I. N., Iodko L. N. *Zemledelie*, 2014, No. 5, pp. 26–28. (In Russ.)
12. S. A. Suchkova, T. P. Taranova, Zh. K. Zhunusbaeva, T. I. Zueva *Vestn. Tom. gos. un-ta*, 2013, No. 370, pp. 183–186. (In Russ.)
13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (The method of state variety testing of agricultural crops) Moscow, 1989, No. 2, 194 p.
14. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (The method of state variety testing of agricultural crops) Moscow, 1985, No. 1, 267 p.
15. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow, Agropromizdat, 1985, 351 p.

УДК 635.21:631.527.8:537

УСТОЙЧИВОСТЬ СИБИРСКИХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ К ВИРУСУ Y**Н. И. Полухин**, кандидат сельскохозяйственных наук**Г. Х. Мызгина**, старший научный сотрудник**К. А. Колошина**, старший лаборантСибирский НИИ растениеводства и селекции –
филиал ИЦиГ СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: sibniirs@bk.ru

Ключевые слова: картофель, вирусные болезни, вирусная инфекция, Y-вирус картофеля, почвенно-климатические условия, рабочая коллекция *in vitro*, иммуноферментный анализ (ИФА), устойчивость, продуктивность

Реферат. Адаптивность и степень устойчивости к болезням сортов картофеля определяют продуктивность, качество и в целом целесообразность возделывания сорта. Изучение в условиях Новосибирской области устойчивости сортов московской, белорусской селекции в сравнении с местными дает основание считать, что в условиях Сибири наибольший урожай дают более приспособленные к местным условиям сорта, созданные в СибНИИРС, КемНИИСХ и СибНИИ торфа. По этим сортам получена наивысшая продуктивность – 0,928 кг/растение, крупность клубней на уровне 80,0 г и высокая товарность за счет меньшего количества уродливых клубней. Сорта белорусской селекции показали меньшую степень адаптивности, по ним получен меньший урожай – 0,846 кг/растение, низкая масса клубня и большое количество уродливых клубней. Эта тенденция закономерно проявляется и по степени устойчивости сорта к вирусу Y. Вирусные растения снижали урожай клубней на 112 г по сибирским сортам, на 176 – по московским и на 293 г – по белорусским, количество клубней соответственно на 2,3; 0,2 и 3,8 шт. Более того, идет резкое нарастание количества уродливых клубней (от нестандартных) у белорусских сортов, последние составляют почти 50 %, тогда как по сибирским сортам лишь 18. Приоритет при выведении сортов сибирскими селекционерами должен строиться на создании генотипов с устойчивостью к вирусным патогенам, особенно возбудителю potato virus Y (PVY). Данное заболевание широко распространено и ежегодно вредоносно. Поэтому предпочтение при возделывании картофеля необходимо отдавать сортам, адаптированным к местным условиям и непосредственно созданным в зоне возделывания.

RESISTANCE OF SIBERIAN POTATO VARIETIES TO Y VIRUS**Polukhin N.I.**, Candidate of Agriculture**Myzgina G.Kh.**, Senior Research Fellow**Koloshina K.A.**, Senior Laboratory Assistant**Siberian Research Institute of Plant Production and Selection
(the branch of Institute of Cytology and Genetics SD RAS)**

Key words: potato, viral diseases, virus infection, potato Y-virus, soil and climate conditions, *in vitro* collection, immune enzyme analysis, resistance, productivity.

Abstract Adaptability and resistance of potato varieties define potato productivity, quality and efficiency of its cultivating. The authors investigated the potato varieties of Moscow and Belarus selections and compared them with local varieties. The researchers found out that potato varieties resistant to weather conditions are highly productive. These varieties are selected in Siberian Research Institute of Plant Production and Selection, Kemerovo Research Institute of Agriculture and Siberian Research Institute of peat. The authors observed the highest productivity of these varieties: 0.928 g pro a plant, bulb size – 80.0 g and high marketable value due to low number of bad bulbs. The varieties of Belarus selection were less adaptable and produced lower crop yield: 0.846 g pro a plant, low mass of a bulb and big number of bad bulbs. The same was observed in respect to resistance to Y-virus. Viral plants reduced the crop yield of bulbs on 112 g

in Siberian varieties; 176 g – in Moscow varieties and 293 g – in Belarus varieties whereas the number of bulbs was reduces on 2.3, 0.2 and 3.8 correspondently. Moreover, the authors observed increasing number of bad bulbs in Belarus potato varieties. Thus, there were about 50% of bad bulbs observed in Belarus varieties and 18% in Siberian varieties. The authors outline that Siberian crop breeders should focus on breeding the genotypes resistant to viral pathogens, especially to potato virus Y (PVY). This disease is widely spread and destructive. Therefore, it is necessary to cultivate potato varieties that are adaptable to local climate and conditions in the cultivating area.

Вирусы вызывают серьезные болезни картофеля, которые приводят к значительным потерям урожая. Они изменяют метаболизм растений, заставляя работать на себя, становятся источником инфекции. Технология освобождения от них – сложный и дорогостоящий процесс, более того, оздоровление материала имеет смысл, если выращивание этого картофеля будет проводиться с соблюдением всех правил (изоляция, защитные мероприятия против переносчиков, обработка машин и сельскохозяйственной техники при производстве картофеля, диагностика) [1].

СибНИИРС с 1986 г. ведет исследования по наличию, видовому составу, распространению вирусов в Новосибирской области, оздоровлению и вторичному заражению картофеля. Новосибирская область, к сожалению, не избежала негативных общероссийских тенденций: сокращения посевных площадей и уменьшения доли крупных производителей картофеля. В результате производство картофеля оказалось сосредоточено в частном секторе, где распространена монокультура картофеля, отсутствуют элементарные меры профилактики и защиты растений от вредителей и болезней. Значительно ухудшилось фитосанитарное состояние посадочного материала, в том числе и за счет привозного. Некоторые производители семян оказались вблизи городской черты или крупных населенных пунктов, как правило, окружены приусадебными участками с посадками продовольственного картофеля, что не соответствует требованиям к производителям семенного материала и способствовало распространению вирусов.

Первое обследование, которое было проведено в трех основных районах возделывания картофеля, показало, что наиболее распространенными вирусами были ХВК (крапчатая мозаика), СВК (обыкновенная складчатая мозаика), МВК (мозаичное закручивание) и ВСЛК (скручивание листьев). В 2002 г. было проведено второе очередное обследование семеноводческих посадок картофеля, которое установило наличие в Новосибирской области YVK [2].

Вирус Y – один из самых вредоносных патогенов картофеля, он может долго сохраняться в клетках растения, не проявляя симптомов, а так как патогены передаются с посадочным материалом, то может длительное время циркулировать в агроэкосистемах, вызывая заболевания, называемые морщинистая и полосчатая мозаики. Последние приводят к значительным потерям урожая (до 70%) и качества продукции [3]. Различают три основных штамма вируса: Yo, Yn, Yc. Наибольшее распространение имеет штамм Yo. В последние годы выделен штамм Yntn, который вызывает клубневые симптомы. При заболевании морщинистой мозаикой листья картофеля приобретают мозаичную расцветку и бугристую, морщинистую поверхность. Морщинистость листьев обусловлена усиленным разрастанием междужилковой ткани, при сильном поражении края листьев загибаются книзу. Полосчатость отмечается при образовании некрозов по жилкам с нижней стороны листа в виде штрихов, полос и пятен. Черешки и листья становятся хрупкими, на нижних листьях появляются угловатые темно-коричневые пятна. В дальнейшем некроз листьев, начиная с нижнего яруса, приводит к отмиранию листьев, и они повисают на черешках. В результате у пораженных растений оголяется стебель, листья остаются только на верхушке, и растение приобретает пальмообразный вид. Полосчатая мозаика проявляется после цветения и усиливается с возрастом растений. Переносится и распространяется YVK в основном непersistентно персиковой тлей от зараженного материнского растения к молодым растениям, а также в результате контакта через орудия и одежду рабочих [4]. Более того, возможность вирусного заражения растений картофеля, и, что особенно важно, перемещения вируса в клубнях во многом определяется местом и условиями выращивания, агротехникой, уровнем инфицирующей нагрузки (количеством переносчиков), устойчивостью возделываемых сортов [5–7]. Последнее, наряду с выращиванием семян на безвирусной основе, использованием «чистых» зон при производстве семенного материала, соблюдением мер пространственной изоляции, про-

ведением профилактических прочисток и браковки вирусных растений, ранним химическим удалением ботвы и применением инсектицидов против тлей, является определяющим фактором эффективной защиты от вирусов картофеля.

Наибольшую ценность для практики представляют сорта, которые характеризуются относительно высокой или средней комплексной устойчивостью (на уровне 5–8 баллов). Такая степень устойчивости обуславливает возможность поддержания сортов без проявления внешних признаков поражения в течение нескольких полевых поколений [8–10]. Более того, местные сорта, адаптивные к местным условиям произрастания, физиологическим и экологическим факторам – температуре, свету, влажности, уровню минерального питания [11], несмотря на заражение УВК, обладая толерантностью, способны формировать высокие урожаи картофеля [12, 13].

Цель исследования – установить устойчивость сибирских сортов к УВК в сравнении с европейскими при выращивании их в Новосибирской области.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыт проводили с оздоровленными пробирочными растениями из рабочей коллекции СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, которые, по результатам ИФА, показали наличие УВК. Анализ на содержание вируса проводили методом ИФА на мультискане при длине волны 405 нм [14].

Испытывались по 6 сортов селекции сибирских НИУ – Юна, Саровский, Сафо, Кузнечанка, Тулеевский, Хозяюшка; ВНИИКХ – Жуковский ранний, Удача, Колобок, Вестник, Голубизна, Никулинский и Белорусского НИИ картофелеводства – Лазурит, Скарб, Криница, Архидея, Ласунак, Атлант. В исследование включены оздоровленные и нездоровленные образцы. Растения черенковали до определенного количества и высаживали 10 июня, схема посадки 70 x 35 см, растений на делянке 10 шт., повторностей 5, всего 50 растений каждого сорта. Пробирочные растения выращивали по технологии, принятой в институте при производстве мини-клубней, в соответствии с методическими рекомендациями ВНИИКХ [15].

Продуктивность больных и здоровых растений определяли путем взвешивания каждого растения, подсчитыванием количества клубней,

выделением стандартной и нестандартной части урожая.

Статистическая обработка данных проводилась по Снедекору.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Вегетационный период 2016 г. был относительно благоприятным для роста и развития растений картофеля. В период с 20 мая по 20 июня выпало 58 мм осадков, среднесуточная температура была на уровне 15–17°C, что несколько выше многолетних данных. Вторая половина вегетационного периода была менее благоприятной, среднесуточная температура воздуха составила 17–19°C, что значительно выше многолетней, максимальные температуры доходили до 27–30°C, осадки практически прекратились в третьей декаде июля. Урожай формировался исключительно за счет большого ассимиляционного аппарата, который сформировался в первую половину вегетации, и осадков мая и июня.

Продуктивность безвирусных растений во многом отличалась от растений картофеля, пораженных вирусом У. Из представленных данных, пораженные растения дали большой выход нестандартных и уродливых клубней (табл. 1–3).

Действительно, если по урожайности, массе и количеству клубней превышения в большинстве случаев были недостоверны, в пределах ошибки опыта, за исключением двух сортов – Сафо (по урожайности и массе клубня) и Кузнечанка (по массе клубня), то нестандартных и особенно уродливых клубней больные растения давали значительно больше, соответственно в 1,4 и 4 раза.

Сорта картофеля селекции ВНИИКХ, зараженные вирусом У, показали совершенно другие результаты. Влияние заражения на эти сорта и степень вредоносности по сравнению с сибирскими возросли (табл. 2).

Выявлены достоверно угнетаемые сорта по продуктивности: Жуковский ранний, Колобок и Вестник, снижение урожайности по этим сортам составило соответственно 202, 325 и 273 г, или 22, 30 и 27%. Более того, существенно изменилась товарность клубней, резко возросла доля мелких и уродливых, соответственно в 2,5 и 2,2 раза. Масса одного клубня при относительно одинаковом их количестве клубней – 11,2 и 11,0 и пораженных растений была на 14 г меньше.

Таблица 1

Урожайность и качество сортов картофеля селекции сибирских НИУ в зависимости от заражения вирусом Y
Crop yield and quality of potato varieties bred in Siberian Research Institutes in dependence on the degree of Y-virus infection

Сорт	Поражение вирусом Y	Урожай с растения, кг	Средняя масса клубня, г	Количество клубней, шт.		
				всего	нестандартных	
					всего	уродливых
Юна	-	0,950	95,0	10	2	-
	+	0,870	96,6	9	3	2
Саровский	-	0,810	57,8	14	-	-
	+	0,750	62,5	12	2	1
Сафо	-	1205	86,1	14	3	2
	+	1000	71,4	14	6	3
Кузнечанка	-	0,960	87,2	11	2	-
	+	0,710	60,0	12	4	2
Тулеевский	-	1000	71,0	14	1	-
	+	1010	84,1	12	-	-
Хозяюшка	-	0,980	98,0	10	4	-
	+	0,890	89,0	10	2	-
Среднее по «чистым»	-	0,984	82,5	13,8	6,0	0,3
Среднее по зараженным	+	0,872	77,2	11,5	2,8	1,3
НСР ₀₅		157	14,8			

Таблица 2

Урожайность и качество сортов картофеля селекции ВНИИКХ в зависимости от заражения вирусом Y
Crop yield and quality of potato varieties bred in Russian Research Institute of Potato farming in dependence on the degree of Y-virus infection

Сорт	Поражение вирусом Y	Урожай с растения, кг	Средняя масса клубня, г	Количество клубней, шт.		
				всего	нестандартных	в т.ч. уродливых
Жуковский ранний	-	0,917*	83,4	11	4	-
	+	0,715	80,0	9	6	3
Удача	-	1000	83,3	12	1	-
	+	0,950	86,3	11	8	4
Колобок	-	1095*	91,2	12	1	-
	+	0,770	77,0	10	4	1
Вестник	-	0,990*	90,0*	11	1	-
	+	0,717	60,0	12	3	1
Голубизна	-	0,809	89,8*	9	1	-
	+	0,715	71,5	10	4	2
Никулинский	-	0,900	75,0*	12	4	-
	+	0,790	56,4	14	5	2
Среднее по «чистым»	-	0,952	85,4	11,2	2,0	-
Среднее по зараженным	+	0,776	71,6	11,0	5,0	2,2
НСР ₀₅		0,165	17,6			

Но самые контрастные результаты получены по сортам белорусской селекции (табл. 3).

Зараженные сорта, значительно и достоверно снижали урожай, потери его составили почти наполовину по сортам Скарб – 328 г, Архидея – 327, на треть по сортам Лазурит – 228, Криница – 218, Атлант – 225, и в среднем по этой группе на 299 г. Существенно, почти наполовину, уменьшилось количество клубней у больных растений по со-

рту Скарб – с 15 до 8 шт., на треть – по сортам Лазурит, Криница, Архидея и в среднем оно составило почти 30%, или 3,8 шт. Особенно заметно проявление вируса Y сказалось на товарности урожая. Последняя у больных растений составила лишь половину (из 8,8 шт. 4,5 оказались нетоварными, в том числе 2,8 шт. уродливые).

Сравнительная оценка сортов, оригинаторы которых находятся в разных почвенно-климати-

Таблица 3

Урожайность и качество сортов картофеля белорусской селекции в зависимости от заражения вирусом Y
Crop yield and quality of Belarus potato varieties Crop yield and quality of potato varieties

Сорт	Поражение вирусом Y	Урожай с растения, кг	Средняя масса клубня, г	Количество клубней, шт.		
				всего	нестандартных	
					всего	в т.ч. уродливых
Лазурит	-	0,918	83,4	11	1	-
	+	0,690	86,2	8	2	2
Скарб	-	0,995	66,3	15	1	1
	+	0,613	76,6	8	6	2
Криница	-	0,821	74,6	11	1	-
	+	0,603	86,1	7	4	4
Архидея	-	0,925	66,7	14	1	-
	+	0,598	66,4	9	4	2
Ласунак	-	0,762	76,2	10	-	-
	+	0,712	89,0	8	5	1
Атлант	-	1,210	84,6	14	2	-
	+	0,985	82,0	12	6	6
Среднее по «чистым»		0,993	75,3	12,5	1,0	0,16
Среднее по зараженным		0,700	81,0	8,7	4,5	2,8
НСР ₀₅		0,132	18,4			

ческих, географических зонах страны, показала, что они по-разному ведут себя в условиях Сибири и по-разному реагируют на присутствие в растениях вируса Y (табл. 4).

Наименьшее влияние вирус Y оказал на сорта сибирской селекции, все они показали снижение урожайности в пределах ошибки опыта и в среднем дали наивысшую урожайность – 0,928 г/растение, высокую массу клубня – 80 г и товарность на уровне 64–70%. Белорусские сорта в Сибири показали меньшую адаптивность к местным условиям

по сравнению с сибирскими и московскими сортами, они были менее продуктивными – 0,846 г/растение, имели низкую массу клубня – 78,1 г и невысокую товарность за счет большего количества нестандартных и уродливых клубней. Аналогичная тенденция проявляется и по степени влияния вируса Y на сорта селекционных учреждений, находящихся в различных эколого-географических зонах. «Чистые» растения сибирских и московских сортов незначительно (соответственно на 112 по сибирским и 176 г по московским), в пределах ошиб-

Таблица 4

Сравнительная оценка влияния вируса Y на урожай и качество сортов картофеля, созданных в разных природно-климатических и географических зонах страны
Comparative assessment of Y-virus influence on the crop yield and quality of potato varieties in different climate and geographical areas of the country

Поражение вирусом Y	Урожай с растения, кг	Средняя масса клубня, г	Количество клубней, шт.		
			всего	нестандартных	
				всего	в т.ч. уродливых
<i>Сорта сибирских НИУ (Новосибирск, Томск, Кемерово)</i>					
«Чистые»	0,984	82,5	13,8	6,0	0,3
Зараженные	0,872	77,2	11,5	2,8	1,3
Среднее	0,928	80,0	12,7	4,4	0,8
<i>Сорта ВНИИКХ (Москва)</i>					
«Чистые»	0,952	85,4	11,2	2,0	-
Зараженные	0,776	71,6	11,0	5,0	2,2
Среднее	0,864	78,5	11,1	3,5	1,1
<i>Сорта белорусской селекции (Минск, Самохваловичи)</i>					
«Чистые»	0,993	75,3	12,5	1,0	0,16
Зараженные	0,700	81,0	8,7	4,5	2,8
Среднее	0,846	78,1	10,6	2,7	1,5

ки опыта по первым и в половине по вторым, снижали урожайность, чего нельзя сказать в отношении белорусских сортов, у которых оно составило почти 293 г, или 62% по отношению к сибирским и 40% – к московским сортам. Мягкое проявление вируса Y закономерно снижало массу клубня у больших растений, по сибирским сортам оно составило 5, сортам ВНИИКХ – 14 г, по белорусским сортам это проявление было более значительное: на фоне резкого сокращения количества клубней, с 12,5 до 8,7 шт., крупность клубней увеличилась на 5,7 г. Последнее говорит о классическом проявлении вируса Y и его негативном влиянии. Более того, эта тенденция усиливается тем, что при относительно одинаковом количестве нестандартных клубней по всем сортам (25–34%) количество уродливых по сортам Белоруссии возрастает в 1,8 раза относительно сортов ВНИИКХ и в 3,0 – относительно сибирских сортов.

ВЫВОДЫ

1. Адаптивность сортов определяет продуктивность картофеля, способность противостоять неблагоприятным условиям региона и устойчивость к болезням. Сорты картофеля, отселектированные для местных условий, в данном случае сибирские, в условиях Новосибирской области были выше по продуктивности московских и бе-

лорусских сортов, более того, они сформировали больше клубней – соответственно на 1,6 и 2,1 шт., имели высокую товарность за счет меньшего количества нестандартных и уродливых клубней.

2. Пораженные вирусом Y растения картофеля в значительной степени, особенно по белорусским сортам, снижали урожайность. Даже в первый год полевого испытания снижение составило по сравнению с сибирскими 293, московскими – 176 г/растение, или соответственно 29,5 и 18,5%, также у белорусских сортов по сравнению с сибирскими и московскими отмечено существенное снижение количества клубней – 30,4%, или 3,8 шт. У белорусских сортов отмечено классическое проявление поражения вирусом Y – сокращение количества клубней с одновременным увеличением их крупности с 75,3 до 81,0 г и сочетание «сильно крупных» и «сильно мелких».

3. Сортовая политика по картофелю в Новосибирской области должна строиться на приоритете использования сортов картофеля, созданных сибирскими селекционерами и адаптированных в процессе создания к местным условиям. Только в этом случае можно снизить отрицательное действие вируса Y и получить высокий урожай с хорошим качеством продукции.

Работа выполнена при поддержке бюджетного проекта ИЦиГ СО РАН № 0324–2016. – 0001.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анисимов Б.В. Фитопатогенные вирусы и их контроль. – М., 2004. – С. 4.
2. Полухин Н.И., Мызгина Г.Х. Вторичное заражение картофеля YVK и способы защиты от него // Адаптивные системы селекции и семеноводства: тр. СибНИИРС. – Новосибирск, 2008. – С. 85–87.
3. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков/ Б.В. Анисимов [и др.]. – М., 2009. – 272 с.
4. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля/ Г. Лебепштейн [и др.]. – М., 2005.
5. Анисимов Б.В., Трофимец Л.Н. Эффективность безвирусного семеноводства картофеля // Защита растений. – 1991. – №4. – С. 9 – 11.
6. Московец С.Н., Жук Г.П. Изучение X и Y - вирусов картофеля люминесцентно-микроскопическим методом // Микробиол. журн. – 1966. – № 3.
7. Трофимец Л.Н., Егорова Л.И. Методы определения устойчивости картофеля к вирусам X и Y. – Кишинев, 1965.
8. Анисимов Б.В. Фитопатологические вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля. – М., 2004. – 79 с.
9. Extreme Resistance is Epistatic to Hypersensitive Resistance to Potato Virus Y^o in Solanum tuberosum subsp. andigena-Derived Potato Genotype / J.P.T. Valkonen, S. Slack, R.L. Plaisted, K.N. Watanabe // Plant Disease. – 1994. – Vol. 78. – P. 1177–1180.
10. Амбросов А. Л. Вирусные болезни картофеля и меры борьбы с ними. – Минск, 1975. – С. 111.
11. Трускинов Э.В. О путях борьбы с вирусными болезнями//Современные проблемы семеноводства картофеля на безвирусной основе. – Владивосток, 1985. – С.144–151.

12. *Игнатов В.Г.* К вопросу о изучении устойчивости сортов картофеля к вириодам, вирусам и микоплазменным болезням в Среднем Зауралье // Селекционно-генетические, физиолого-биохимические аспекты интенсификации производства картофеля. – Уфа, 1989. – С.138–139.
13. *Система* защиты картофеля от болезней и вредителей в Новосибирской области / А.А. Малюга [и др.]. – Новосибирск, 2003. – С. 34.
14. *Фенина Н.А.* Коллекция картофеля в искусственных условиях // Современные методы получения безвирусного картофеля. – М.,1975.– С. 33–34.
15. *Новые технологии* производства оздоровленного исходного материала в элитном семеноводстве картофеля: рекомендации / Е. А. Симаков [и др.]. – М., 2000. – С. 76.

REFERENCES

1. B.V. Anisimov, *Fitopatogenne virusy i ih kontrol»* (Phytopathogenic viruses and their control), 2004, Moscow, 4 p. (In Russ.)
2. Poluhin N. I., Myzgina G. H., *Adaptivnye sistemy selekcii i semenovodstva* (Adaptive systems of selection and seed production), Tr.SibNIIRS, Novosibirsk, 2008, pp. 85–87. (In Russ.)
3. Anisimov B. V., *Zashhita kartofelja ot boleznej, vreditelej i sornjakov* (Protection against diseases of pests and weeds), Moscow, 2009, 272 p.
4. Lebeptshtejn G., Truskinov Je. V., *Virusnye i virusopodobnye bolezni i semenovodstvo kartofelja* (Viral and virus-like diseases and seed production of potatoes), 2005, Moscow, Russkoe izdanie.
5. Anisimov B. V., Trofimec L. N., *Zashhita rastenij*, 1991, No. 4, pp. 9–11. (In Russ.)
6. Moskovec S. N., Zhuk G. P., *Mikrobiologicheskij zhurnal*, 1966, No. 3. (In Russ.)
7. Trofimec L. N., Egorova L. I., *Metody opredelenija ustojchivosti kartofelja k virusam H i U* (Methods for determining the resistance of potatoes to viruses H and Y), Kishinev, 1965.
8. Anisimov B. V., *Fitopatologicheskie virusy i ih kontrol» v semenovodstve kartofelja* (Phytopathological viruses and their control in potato seed production), Moscow, 2004, 79p.
9. Valkonen J. P.T., Slack S., Plaisted R. L., Watanabe K. N., *Extreme Resistance is Epistatic to Hypersensitive Resistance to Potato Virus Y in Solanum tuberosum subsp.andigena*, Plant Disease, 1994, Issue 78, pp. 1177–1180. (In Russ.)
10. Ambrosov A. L., *Virusnye bolezni kartofelja i mery bor'by s nimi* (Potato viral diseases and control measures), Minsk, 1975, 111 p.
11. Truskinov Je.V. *O putjah bor'by s virusnymi boleznyami* (About ways of struggle against virus diseases), 1985, Vladivostok, pp.144–151. (In Russ.)
12. Ignatov V.G. *Selekcionno-geneticheskie, fiziologo-biohimicheskie aspekty intensifikacii proizvodstva kartofelja* (Selective-genetic, physiological-biochemical aspects of intensification of potato production), Ufa, 1989, pp.138–139.
13. Maljuga A.A., *Sistema zashhity kartofelja ot boleznej i vreditelej v Novosibirskoj oblasti* (The system of potato protection against diseases and pests in the Novosibirsk region), Novosibirsk, 2003, 34 p.
14. Fenina N.A., *Sovremennye metody poluchenija bezvirusnogo kartofelja* (Modern methods of obtaining virus-free potatoes), Moscow, 1975, pp. 33–34.
15. Simakov E.A., *Novye tehnologii proizvodstva ozdorovlennogo ishodnogo materiala v jelitnom semenovodstve kartofelja* (New technologies for the production of healthy and cheesy material in elite potato seed production), Moscow, 2000, 76 p.

УДК 630.18+630.165.6

ВОЗНИКНОВЕНИЕ, СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ *POPULUS* × *JRTYSCHENSIS* СН. Y. YANG. В ЗОНЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ

¹Б.В. Прошкин, аспирант²А.В. Климов, кандидат биологических наук¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия²Новокузнецкий (филиал) институт Кемеровского государственного университета, Новокузнецк, Россия

Ключевые слова: тополь, гибридизация, гибридные популяции, возрастная структура, динамика, морфометрия

E-mail: boris.vladimirovich.93@mail.ru

Реферат. *P. × jrtyschensis* – широко распространенный естественный гибрид в местах наложения ареалов *P. laurifolia* Ledeb. и *P. nigra* L. в Алтае-Саянской горной стране. В бассейне р. Томи он обычно встречается спорадично в смешанных насаждениях родительских видов, но иногда образует популяции, приуроченные к «гибридным местообитаниям», возникновение которых связано с природными и антропогенными факторами. Первые возникают в пойме как следствие катастрофических нарушений, связанных с динамикой русловых процессов. В отдельные годы снежно-ледовые паводки приводят к значительным разрушениям почвенно-растительного покрова на участках поймы, что способствует образованию природных гибридных популяций. Их возникновение носит циклический характер и связано с гидрологическим режимом рек. Антропогенные популяции возникают как в пойме, так и за ее пределами вследствие хозяйственной деятельности человека, приводящей к разрушению почвенно-растительного покрова. Возрастной состав популяций, определенный по годичным кольцам стволов деревьев, не позволяет точно датировать время поселения особой тополя на прирусловых отложениях, а маркирует время перехода его роста от кустовидного к дереву. Он также показывает, что несмотря на обильное ежегодное плодоношение тополя условия для успешной массовой колонизации прирусловых отмелей возникают в бассейне Томи периодически, примерно один раз в 10 лет. Возраст гибридов в природных популяциях редко превышает 30 лет, и их количество резко снижается. Это отражает действие естественного отбора в природных условиях, приводящее к элиминации гибридов, так как они не могут успешно конкурировать с родительскими видами. Уровни изменчивости морфометрических признаков листьев особой *P. × jrtyschensis* в природных популяциях невысокие, морфологически, несмотря на преобладание промежуточных форм, они всегда ближе к одному из родительских видов. В антропогенных популяциях давление отбора низкое, уровни изменчивости выше, особи разновозрастные и разнокачественные по морфологии листовой пластинки. Поэтому антропогенные «гибридные местообитания» представляют значительный интерес для отбора ценных форм спонтанных гибридов. В целом и в природных, и в антропогенных популяциях с учетом дифференциации побегов кроны гибриды уклоняются в сторону *P. laurifolia*.

ORIGIN, STRUCTURE AND DYNAMICS OF ПОПУЛЯЦИЙ *POPULUS* × *JRTYSCHENSIS* СН. Y. YANG POPULATIONS IN THE AREA OF NATURAL HYBRIDIZATION

¹ Proshkin B.V., PhD-student² Klimov A.V., Candidate of Biology¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia²Novokuznetsk Institute (branch) of Kemerovo State University, Novokuznetsk, Russia

Key words: poplar, hybridization, hybrid populations, age structure, dynamics, morphometry.

Abstract. *P. × jrtyschensis* is widely-spread natural hybrid in geographic ranges *P. laurifolia* Ledeb. and *P. nigra* L. in Altai-Sayany highlands. In the basin of Tom it is observed sporadically in mixed timber stands of

*parental generations. Sometimes, it makes populations of hybrid habitual area appeared due to natural and anthropogenic factors. The first ones appear in the bottomland as a result of catastrophes caused by river-bed evolution. In some years, snow and icy floods result in destruction of vegetative ground cover and therefore natural hybrid populations. Their origin is cyclic and relates to hydrological water regimes. Anthropogenic populations appear within and outside the bottomland due to human economic activity that results in destruction of vegetative ground cover. Population age that is defined by means of the number of rings on tree trunks, doesn't allow to date poplar planting on the sediments situated near a river channel. It defines the time when its growth is getting from bushy to tree one. It also shows that in spite of annual poplar bearing, the conditions for successful mass colonization of the sediments situated near a river channel appear approximately once every 10 years in the basin of Tom. The age of hybrids in natural populations exceeds 30 years whereas their number is reducing. This reflects the effect of natural selection in natural conditions that results in elimination of hybrids as they cannot compete with parental varieties. Variation of morphometric parameters of *P. × jrtyschensis* leaves in natural conditions is not high in spite of dominance of intermediary forms as they are closer to one of the parents. In anthropogenic populations selection impact is low, variation is higher, forms are of different age and quality according to morphology of leaves. Therefore anthropogenic hybrid areas are significant for selecting valuable forms of spontaneous hybrids. In natural and anthropogenic populations, hybrids turn to the *P. laurifolia* side.*

Естественные гибриды, возникшие в результате спонтанного скрещивания в природных условиях, представляют важный исходный материал для отбора и селекции ценных форм древесных растений. Гибридизация между отдельными видами рода *Populus* широко распространена в природе, что приводит к возникновению многочисленных естественных гибридных зон [1–5]. *P. nigra* (секция Aigeiros), имеет обширный евросибирский ареал. Это равнинный вид, предпочитающий влажные песчаные, супесчаные и иловатые почвы [6]. *P. laurifolia* (секция Tasmahaca) произрастает главным образом в Алтае-Саянской горной стране и на юге Средней Сибири [7, 8]. Это горно-долинный вид, предпочитающий гравийно-валунные аллювиальные отложения. В бассейне р. Томи они часто образуют смешанные насаждения, цветут и плодоносят почти одновременно с мая по июнь. Морфологически они хорошо отличаются друг от друга по многочисленным признакам листьев, побегов, почек и плодов [9]. В зоне совместного произрастания происходит процесс их естественной гибридизации с образованием гибридного вида *P. × jrtyschensis* [10].

Тополь иртышский распространен в местах наложения ареалов родительских видов в Алтае-Саянской горной стране [3, 9]. В бассейне Черного Иртыша *P. × jrtyschensis* часто образует крупные насаждения, в которых отсутствуют родительские виды [3]. В пойме Томи он распространен в основном единично в составе смешанных насаждений *P. nigra* и *P. laurifolia* и хорошо идентифицируется по ряду морфологических признаков [9].

На отдельных участках бассейна реки *P. × jrtyschensis* встречается стабильно и в значитель-

ном количестве. В ходе полевых исследований 2015–2016 гг. авторы выявили три таких местонахождения. Поскольку данных о популяциях этого вида в Сибири нет, то целью настоящего исследования явилось изучение гибридных популяций и изменчивости морфометрических признаков, важных при идентификации *P. × jrtyschensis*.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для сравнения популяционной изменчивости морфометрических признаков гибридов с *P. nigra* и *P. laurifolia* использовались их одновидовые популяции.

Сбор гербарного материала проводился только с репродуктивно зрелых деревьев. С южной стороны средней части кроны отбирали по 15 полностью развитых, неповрежденных листьев для исследования индивидуальной изменчивости и 50 для оценки варьирования в пределах кроны модельного дерева. Объем выборки определен при исследовании изменчивости признаков у *P. laurifolia* [8]. Использовались листья только со средней части укороченных побегов. Поскольку тополи часто образуют клоны, то для исключения попадания в выборку идентичных генотипов отбирали деревья на удалении друг от друга не менее чем на 15–20 м (табл. 1).

На каждом листе были обследованы морфометрические признаки, представленные на рис. 1.

Измерения основных морфометрических признаков проводились с помощью программы Axio Vision 4.8.2. Всего было выполнено около 8 тыс. измерений.

Участки сбора полевого материала
The plots of collecting the field material

Популяции	Координаты	Вид	Количество исследованных особей
Майзас	53°37'N 88°12'E	<i>P. × jrtyschensis</i>	39
Новокузнецк	53°49'N 87°07'E	<i>P. × jrtyschensis</i>	23
Верхняя Терсь	54°13'N 87°39'E	<i>P. × jrtyschensis</i>	10
Швейник	53°48'N 87°28'E	<i>P. nigra</i>	30
Средняя Маганакова	54°19'N 87°58'E	<i>P. laurifolia</i>	30

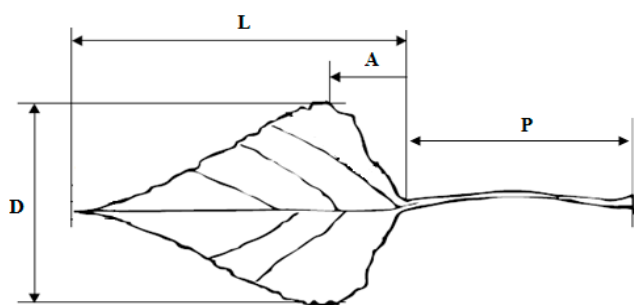


Рис. 1. Измеренные признаки листа:

основные: L – длина листовой пластинки (мм); D – максимальная ширина листовой пластинки (мм); P – длина черешка (мм); A – расстояние между самой широкой частью листовой пластинки и ее основанием (мм); производные: P/L – длина черешка / длина листовой пластинки; D/L – максимальная ширина листовой пластинки / длина листовой пластинки; A/L – расстояние между самой широкой частью листовой пластинки и ее основанием / длина листовой пластинки

Measured parameters of a leaf

maik: L – length of the leaf (mm); D – maximum width of the leaf (mm); P – length of footstalk (mm); A – space between the widest part of the leaf and the leaf base (mm); derivatives: P/L – length of footstalk / length of the leaf; D/L – maximum width of the leaf / length of the leaf; A/L – space between the widest part of the leaf and the leaf base / length of the leaf

Для оценки изменчивости морфометрических признаков листа с каждого изученного дерева рассчитывали основные параметры описательной статистики: среднюю арифметическую (\bar{x}), ее ошибку (m), максимальное и минимальное значение, стандартное отклонение (σ) и коэффициент вариации ($C_v, \%$). При статистической обработке данных использовали двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и метод главных компонент. Графическое представление и статистическую обработку всех полученных данных проводили с помощью программ Microsoft Office Excel и SPSS 23,0. Оценку уровней изменчивости признаков осуществляли по эмпирической шкале С. А. Мамаева [11].

Для выявления возрастной структуры гибридных популяций со всех особей *P. × jrtyschensis* с помощью возрастного бура были отобраны

и изучены керны древесины. Отбор и исследование кернов проводили согласно рекомендациям С. Г. Шиятова и др. [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности гибридных популяций. Как мы уже отмечали, в естественных насаждениях бассейна р. Томи гибриды обычно встречаются спорадично, больше их наблюдается в беспокровных топольниках (1–15 лет) и жердняках (20–35 лет), в зрелых (свыше 40 лет) отмечены только единичные особи. Последнее свидетельствует о меньшей устойчивости *P. × jrtyschensis* к действию естественного отбора в условиях природной среды [9]. Гибриды не могут успешно конкурировать с *P. nigra* и *P. laurifolia*, поэтому возникновение популяций *P. × jrtyschensis* в бассейне р. Томи, на наш взгляд, обусловлено появлением «гибридных местообитаний». Последние в изученном районе могут возникать как вследствие природных процессов, так и антропогенных нарушений [13]. Проведенные исследования позволили выявить два таких природных местонахождения: в окрестностях пос. Майзас (р. Томь) и пос. Осинное Плесо (р. Верхняя Терсь). К антропогенной гибридной популяции относится новокузнецкая.

Исследованные природные популяции находятся в зоне совместного произрастания родительских видов. Наиболее крупная гибридная майзасская популяция (n=39) располагается на острове, который представляет собой останец обтекания на месте спрямления меандра в устье р. Майзас. Его поверхность пересечена многочисленными переливными ложбинами, на бровках которых произрастают гибриды и родительские виды тополя, а большая часть острова занята пойменными лугами. Последние обычно сменяют топольники в пойме р. Томи в ходе сукцессии. Особи *P. nigra* и *P. laurifolia* на этом острове

встречаются примерно в равном количестве. Они образуют разновозрастные смешанные насаждения либо одновидовые клоны. Последние особенно характерны для тополя лавролистного. Возраст особей *P. × jrtyschensis* не превышает 30 лет и они приурочены преимущественно к жерднякам.

От коренного берега остров отделен протокой. В устье р. Майзас располагается несколько мелких островов – осередков. В период весенних паводков протока часто забивается льдом и благодаря эффекту подпруживания за ледяной плотиной уровень воды возрастает настолько, что она вынуждена течь по пойме. На площадке пойменной террасы паводковые потоки формируют переливные ложбины стока. В результате разрушения сложившегося почвенно-растительного покрова формируются участки оголенного субстрата, пригодные для заселения тополем. Но экологически они не являются аналогами прирусловой отмели и служат «гибридными местообитаниями», т.е. участками, где особи *P. nigra* и *P. laurifolia* не имеют конкурентных преимуществ перед *P. × jrtyschensis*, поскольку они выше и суше по сравнению с отмелями и отличаются по составу аллювия. Почти равное соотношение особей родительских видов и их одновременное цветение способствуют довольно массовой гибридизации в этом районе.

Гибридная популяция Верхней Терси самая маленькая из исследованных (n=10) и также приурочена к острову-осередку, прорезанному многочисленными переливными ложбинами. Разновозрастные топольники образованы преимущественно *P. laurifolia*, а *P. nigra* встречается единично. Особи *P. × jrtyschensis* произрастают на бровках ложбин одиночно либо образуют небольшие клоны в жердняках.

Антропогенные «гибридные местообитания» возникают как в пойме, так и за ее пределами вследствие хозяйственной деятельности человека, приводящей к разрушению почвенно-растительного покрова. Новокузнецкая популяция располагается на коренных берегах Томи, территория которых подвергалась значительной антропогенной трансформации: прокладка дорог, снятие грунта и т.д. В насаждениях преобладает *P. nigra*, *P. laurifolia* был отмечен единично, в виде отдельного клона. Возраст гибридов варьирует от 18 до 50 лет. Они встречаются чаще всего в виде довольно крупных клонов (рис. 2).

Возрастной состав популяций, определенный по годичным кольцам стволов деревьев, не позволяет точно датировать время поселения особей

тополя на прирусловых отложениях. Молодые насаждения ежегодно и сильно повреждаются в период половодья. Особи наклонены по направлению движения воды и льда. У многих из них нижняя часть стволика вместе с частью боковых побегов в течение ряда лет засыпается аллювием. Это приводит к образованию небольших естественных клонов. На этом этапе развития тополи приобретают кустовидную форму. Высота их в 5-летнем возрасте составляет 0,5–1,5, в 10-летнем – 3–3,5 м. Глубина погружения в аллювий достигает 0,7 м. По мере его накопления воздействие половодья снижается, и часть стволиков превращаются в деревья. Поэтому возраст, определенный по годичным кольцам, маркирует именно этот момент.

Тем не менее возрастной состав изученных популяций отражает динамику их формирования.

Несмотря на ежегодное и обильное плодоношение видов *Populus*, условия для надежного закрепления семян на прирусловых отмелях возникают не каждый год. Это в значительной степени зависит от климатических условий и динамики русловых процессов. Оптимальные сочетания факторов среды для массового успешного заселения возникают раз 10–20 лет [14]. Появление природных «гибридных местообитаний» является следствием катастрофических нарушений почвенно-растительного покрова из-за заторов, вызванных снежно-ледовыми паводками. Ледовые заторы на р. Томи наблюдаются в среднем 1 раз в 5–10 лет [15]. Эта цикличность хорошо прослеживается в майзасской популяции *P. × jrtyschensis*, где все особи разделились на две возрастные группы: 18–21 и 29–31 год. На рис. 2 видно также сокращение количества особей гибридов с возрастом. Отсутствие более старых деревьев можно объяснить, с одной стороны, элиминацией гибридов под действием естественного отбора, а с другой – отсутствием здесь ранее «гибридных местообитаний».

В популяции Верхней Терси все гибриды оказались в одной возрастной группе (18–19 лет). В ходе полевых исследований, мы не обнаружили более молодых гибридных растений. Река Верхняя Терсь типично горная и отличается очень высокой динамикой русловых процессов. Преобладание гравийно-валунного аллювия создает оптимальные условия для *P. laurifolia*. Поэтому естественный отбор здесь приводит к выпадению не только семян гибридов, но и *P. nigra*. Условия для успешного поселения единичных особей *P. × jrtyschensis* возникают очень редко, и живут они недолго.

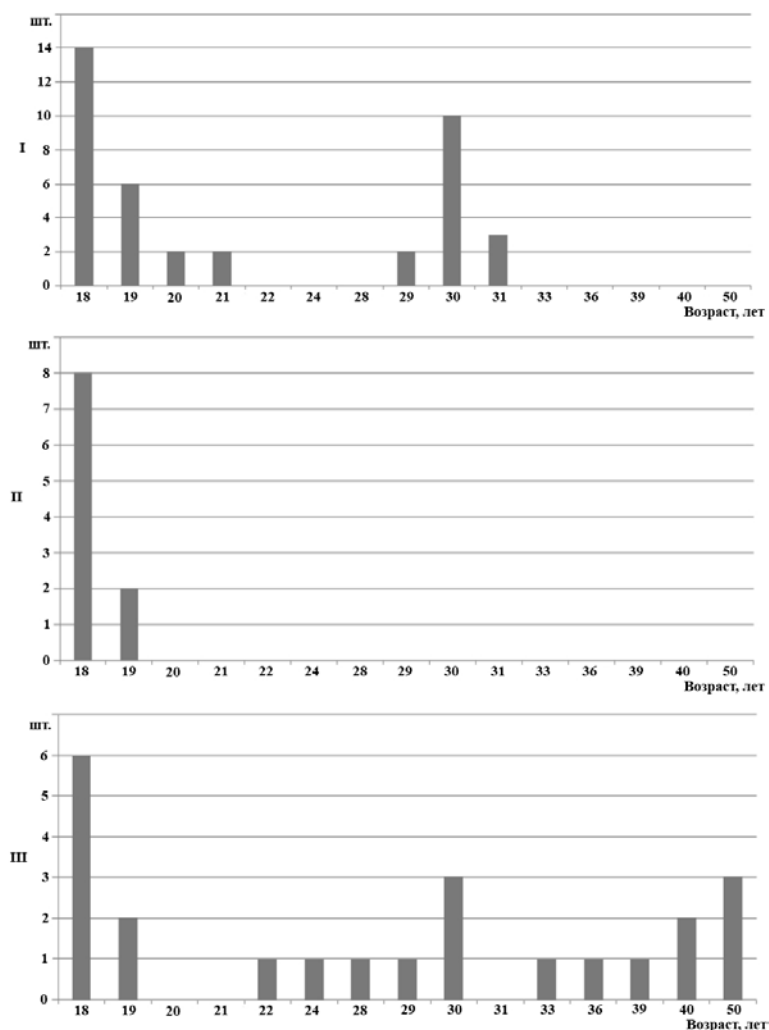


Рис. 2. Возрастная структура популяций *P. × jrtyschensis*:

I – Майзас; II – Верхняя Терсь; III – Новокузнецк

Age structure of populations *P. × jrtyschensis*:

I – Maizas; II – Verhnyaya Ters; III – Novokuznetsk

Возрастной состав антропогенной новокузнецкой популяции отражает относительно низкое давление отбора на гибриды. Они представлены деревьями разных возрастов и наблюдается лишь частичное снижение их количества с возрастом.

Количественные признаки. Метамерную (внутрикронную) изменчивость оценивали на выборках трех деревьев из каждой популяции по 50 листьев на особь. Изменчивость морфометрических признаков листа в кроне модельных деревьев на укороченных побегах была небольшой (табл. 2).

Таблица 2

Изменчивость показателей листьев укороченных побегов в кроне модельных деревьев (MD)
Variation of leaf parameters of shortened shoots in the crown of experimental trees (MD)

Показатель	MD	L, мм	D, мм	P, мм	A, мм	P/L	D/L	A/L
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Populus nigra</i> (одновидовая популяция Швейник)								
$\bar{x} \pm m$	3	92,10 ± 1,44	62,10 ± 1,52	41,20 ± 0,72	23,60 ± 0,51	0,44 ± 0,01	0,67 ± 0,01	0,25 ± 0,01
	7	78,60 ± 0,87	52,40 ± 0,82	43,60 ± 0,92	21,20 ± 0,32	0,55 ± 0,01	0,66 ± 0,01	0,26 ± 0,01
	30	88,20 ± 1,68	65,50 ± 1,29	48,50 ± 1,31	25,20 ± 0,41	0,55 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,28 ± 0,01
lim	3	83-100	53-77	35-40	20-26	0,38-0,51	0,63-0,77	0,23-0,31
	7	75-86	48-62	39-50	20-24	0,51-0,66	0,61-0,72	0,25-0,28
	30	80-102	57-76	40-55	22-28	0,44-0,65	0,68-0,81	0,24-0,31

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Cv, %	3	6,11	9,51	6,74	8,38	6,81	4,47	4,01
	7	4,31	6,12	8,18	5,94	7,27	3,03	3,84
	30	7,41	7,64	10,43	6,23	10,91	6,75	3,57
<i>P. x jrtyschensis</i> (гибридная популяция Майзас)								
$\bar{x} \pm m$	40	81,70 ± 1,64	56,90 ± 1,56	43,60 ± 1,29	27,20 ± 0,61	0,53 ± 0,01	0,69 ± 0,01	0,33 ± 0,01
	50	106,30 ± 1,80	65,20 ± 1,32	41,50 ± 1,17	34,80 ± 0,77	0,39 ± 0,01	0,61 ± 0,01	0,32 ± 0,01
	72	103,80 ± 2,20	64,40 ± 1,09	44,20 ± 1,21	35,10 ± 0,86	0,42 ± 0,01	0,62 ± 0,01	0,33 ± 0,01
lim	40	74-94	46-66	35-52	24-32	0,37-0,62	0,57-0,76	0,29-0,38
	50	97-125	56-72	30-48	29-40	0,31-0,49	0,54-0,72	0,29-0,35
	72	89-116	60-72	36-56	30-44	0,36-0,48	0,57-0,67	0,31-0,37
Cv, %	40	7,77	10,63	11,51	8,71	11,32	7,24	6,06
	50	6,82	7,88	10,98	8,64	10,25	6,55	3,12
	72	8,41	6,56	10,54	9,51	7,14	6,06	6,06
<i>P. x jrtyschensis</i> (гибридная популяция Новокузнецк)								
$\bar{x} \pm m$	1	124,40 ± 1,82	84,30 ± 1,68	70,80 ± 2,03	41,50 ± 0,55	0,57 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,33 ± 0,01
	4	76,90 ± 1,13	55,10 ± 1,06	33,60 ± 1,15	20,80 ± 0,77	0,43 ± 0,01	0,71 ± 0,01	0,27 ± 0,01
	14	108,60 ± 1,65	70,90 ± 1,16	50,10 ± 1,28	30,80 ± 0,47	0,46 ± 0,01	0,65 ± 0,01	0,28 ± 0,01
lim	1	115-136	75-96	58-87	38-45	0,46-0,66	0,57-0,72	0,29-0,37
	4	70-84	48-62	28-42	16-24	0,34-0,58	0,66-0,76	0,21-0,33
	14	96-118	66-80	42-58	28-34	0,42-0,53	0,61-0,71	0,25-0,33
Cv, %	1	5,71	7,74	11,14	5,21	8,77	5,88	6,06
	4	5,71	7,49	13,33	14,47	13,95	11,11	4,22
	14	5,93	6,37	9,94	5,91	6,52	3,07	3,57
<i>P. laurifolia</i> (одновидовая популяция Средняя Маганакова)								
$\bar{x} \pm m$	2	103,60 ± 1,00	54,30 ± 0,77	34,30 ± 0,91	41,50 ± 0,43	0,33 ± 0,01	0,52 ± 0,01	0,40 ± 0,01
	3	111,00 ± 1,50	63,00 ± 0,84	47,00 ± 1,36	38,00 ± 0,71	0,42 ± 0,01	0,57 ± 0,01	0,34 ± 0,01
	5	96,70 ± 1,28	51,90 ± 0,77	35,20 ± 0,78	33,90 ± 0,41	0,36 ± 0,01	0,53 ± 0,01	0,35 ± 0,01
lim	2	84-118	42-67	21-50	33-49	0,20-0,44	0,44-0,59	0,34-0,46
	3	90-135	52-76	28-70	25-48	0,31-0,61	0,49-0,68	0,28-0,40
	5	77-119	43-68	25-48	29-42	0,27-0,44	0,45-0,60	0,30-0,42
Cv, %	2	7,21	10,11	18,72	7,41	15,12	5,73	5,01
	3	9,62	9,52	20,51	13,22	14,31	7,01	5,81
	5	9,41	10,51	15,72	8,41	11,12	5,61	5,72

У *P. x jrtyschensis* в природных популяциях она оказалась сходной с *P. nigra*, и большинство признаков варьировало на очень низком и низком уровнях. В антропогенной новокузнецкой популяции у отдельных моделей наблюдается средний уровень изменчивости по ряду признаков (табл. 3).

В целом по коэффициенту вариации исследованных признаков модели расположились в следующем порядке: *P. nigra* < *P. x jrtyschensis* < *P. laurifolia*.

Оценка отличий особей *P. x jrtyschensis* от родительских видов показала, что во всех популяциях гибриды достоверно отличаются от них по большинству признаков, кроме длины черешка (P), и для популяции Новокузнецка – максимальной ширины листовой пластинки (D). В популяциях Новокузнецк и Верхняя Терсь гибриды не отличаются от *P. nigra* по длине листовой пластинки (L). По максимальной ширине листо-

Таблица 3

Отличия *P. x jrtyschensis* в гибридных популяциях от родительских видов по результатам дисперсионного анализа
The results of dispersive analysis and differences of *P. x jrtyschensis* in hybrid populations from the parental ones

Признак	Популяция Майзас				Популяция Новокузнецк				Популяция Верхняя Терсь			
	с <i>P. nigra</i>		с <i>P. laurifolia</i>		с <i>P. nigra</i>		с <i>P. laurifolia</i>		с <i>P. nigra</i>		с <i>P. laurifolia</i>	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
L	35,330**	0,000	48,880**	0,000	2,810**	0,100	29,880**	0,000	0,060	0,804	81,160**	0,000
D	8,680**	0,004	0,860	0,357	0,270	0,605	0,340	0,562	2,530	0,120	9,130**	0,004
P	0,300	0,581	0,990	0,321	0,010	0,931	0,030	0,862	1,380	0,246	2,040	0,161
A	199,760**	0,000	54,000**	0,000	17,660**	0,000	61,360**	0,000	15,880**	0,000	99,550**	0,000
P/L	36,410**	0,000	16,820**	0,000	5,850**	0,019	27,730**	0,000	3,050*	0,089	31,660**	0,000
D/L	16,500**	0,000	112,920**	0,000	3,310**	0,074	39,530**	0,000	11,340**	0,002	5,040**	0,031
A/L	125,050**	0,000	8,250**	0,005	30,370**	0,000	63,870**	0,000	14,510**	0,000	41,070**	0,000

* P < 0,05; ** P < 0,01.

вой пластинки (D) не наблюдается достоверных отличий гибридов от *P. laurifolia* в популяции Майзас и *P. nigra* – в популяции Верхняя Терсь (см. табл. 3).

Внутрипопуляционную изменчивость оценивали на выборках по 30 деревьев на популяцию, 15 листьев на особь. Почти по всем морфометрическим признакам гибриды занимают промежуточное положение (табл. 4).

Минимальные показатели в новокузнецкой популяции гибридов по признаку D/L оказались более низкими по сравнению с *P. nigra* и *P. laurifolia*.

В популяции *P. nigra* наблюдался низкий и средний уровень изменчивости (9,72–17,13%), у *P. laurifolia* по большинству признаков – средний. Уровни изменчивости в природных популяциях *P. × jrtyschensis* сходны с *P. nigra*, в новокузнецкой популяции они оказались значительно выше.

Таблица 4

Изменчивость морфометрических признаков по популяциям
Variation of morphometric parameters in populations

Признак	<i>P. × jrtyschensis</i>						<i>P. nigra</i>		<i>P. laurifolia</i>	
	Популяция Майзас (n=585)		Популяция Новокузнецк (n=345)		Популяция Верхняя Терсь (n=150)		Популяция Швейник (n=450)		Популяция Средняя Маганаква (n=450)	
	$\bar{x} \pm m$ min–max $\pm \sigma$	Cv,%	$\bar{x} \pm m$ min–max $\pm \sigma$	Cv,%	$\bar{x} \pm m$ min–max $\pm \sigma$	Cv,%	$\bar{x} \pm m$ min–max $\pm \sigma$	Cv,%	$\bar{x} \pm m$ min–max $\pm \sigma$	Cv,%
L	92,70 ± 0,51 65–125 12,26	13,22	86,90 ± 1,11 52–142 20,68	23,79	80,30 ± 0,63 65–101 7,77	9,67	79,70 ± 0,44 56–106 9,48	11,89	108,90 ± 0,60 73–152 13,90	12,80
D	62,50 ± 0,35 42–90 8,48	13,56	59,10 ± 0,83 28–98 15,42	26,09	53,80 ± 0,51 42–72 6,17	11,46	57,50 ± 0,39 38–80 8,41	14,62	62,40 ± 0,40 41–102 10,20	16,40
P	40,10 ± 0,31 24–70 7,44	18,55	41,10 ± 0,71 20–87 13,12	31,92	38,60 ± 0,52 24–54 6,45	16,71	40,90 ± 0,33 25–64 7,01	17,13	41,50 ± 0,50 20–70 9,60	23,20
A	31,80 ± 0,18 23–48 4,47	14,05	27,10 ± 0,37 16–34 6,88	25,38	24,80 ± 0,26 16–34 3,26	13,14	21,70 ± 0,13 15–30 2,92	13,45	38,90 ± 0,30 22–61 6,40	16,50
P/L	0,43 ± 0,002 0,29–0,68 0,06	13,95	0,47 ± 0,004 0,25–0,75 0,08	17,02	0,48 ± 0,005 0,29–0,75 0,06	12,50	0,51 ± 0,003 0,34–0,86 0,08	15,68	0,38 ± 0,003 0,20–0,70 0,07	18,40
D/L	0,67 ± 0,002 0,52–0,89 0,06	8,95	0,68 ± 0,005 0,28–0,94 0,10	14,71	0,67 ± 0,005 0,53–0,81 0,06	8,95	0,72 ± 0,003 0,54–0,95 0,07	9,72	0,57 ± 0,003 0,36–0,77 0,07	12,30
A/L	0,34 ± 0,001 0,25–0,45 0,03	8,82	0,31 ± 0,001 0,21–0,41 0,03	9,67	0,31 ± 0,002 0,22–0,39 0,03	9,67	0,27 ± 0,001 0,16–0,38 0,03	11,11	0,35 ± 0,001 0,23–0,46 0,03	8,50

Анализ изученных гибридных популяций методом главных компонент показал, что во всех случаях наблюдается подразделение на три группы: две представлены родительскими видами и одна *P. × jrtyschensis* (рис. 3).

При этом основная масса гибридов занимает промежуточное положение по сравнению с *P. nigra* и *P. laurifolia*. В майзасской популяции наблюдается явная асимметрия в сторону последнего вида. Эта тенденция просматривается при анализе всего гибридного комплекса бассейна р. Томи.

В каждой из исследованных популяций *P. × jrtyschensis* имеются свои морфологические особенности (рис. 4).

Так, в популяции Верхней Терси листья гибридов морфологически схожи с *P. nigra*, у них часто

наблюдается удлинненно остроконечная верхушка и округленно-клиновидное основание листовой пластинки. В майзасской популяции морфология листа *P. × jrtyschensis* ближе к *P. laurifolia*. Верхушка пластинки часто заостренная, основание округлое либо округленно-клиновидное. В популяции Новокузнецка наблюдается широкий спектр форм листовой пластинки. Тем не менее в целом по сочетанию качественных и количественных признаков гибриды уклоняются к *P. laurifolia*.

Большая изменчивость гибридов в антропогенной новокузнецкой популяции, на наш взгляд, подтверждает более низкое давление естественного отбора по сравнению с природными популяциями. В последних значительная часть гибридов выбраковывается под жестким действием абиоген-

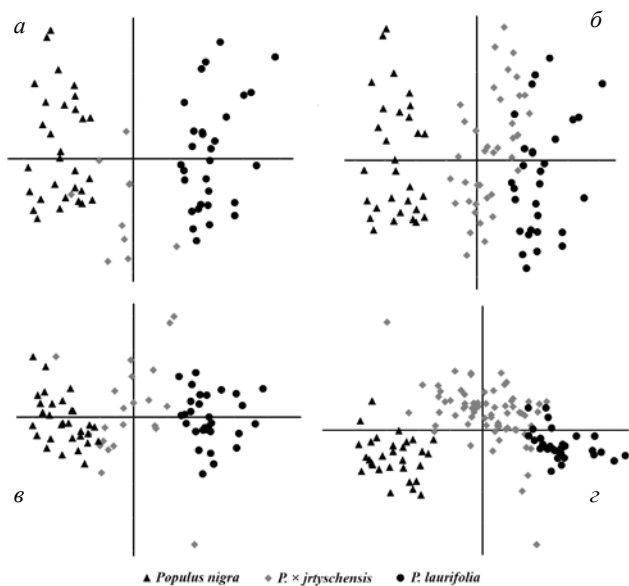


Рис. 3. Распределение гибридов по морфологическим признакам в факторном пространстве популяций: а – Верхняя Терсь; б – Майзас; в – Новокузнецк; з – гибридный комплекс бассейна р. Томи

Distribution of hybrids on morphological parameters in the factor space of populations: a – Verkhnyaya Ters; b – Maizas, c – Novokuznetsk; d – hybrid complex of the Tom basin

ных факторов – гидрологического режима и эрозионно-аккумулятивной деятельности реки, а также в результате конкуренции с особями родительских видов. На антропогенно нарушенных участках возможности для выживания разновозрастных и «разнокачественных» гибридов выше. Поэтому антропогенные «гибридные местообитания» представляют значительный интерес для отбора в культуру ценных форм спонтанных гибридов.

ВЫВОДЫ

1. *P. x jrtyschensis* в бассейне р. Томи встречается единично, но иногда образует популяции, приуроченные к «гибридным местообитаниям», возникновение которых связано с природными и антропогенными факторами.

2. Возрастной состав популяций отражает периодичность возникновения условий для массового поселения тополя и степень давления естественного отбора.

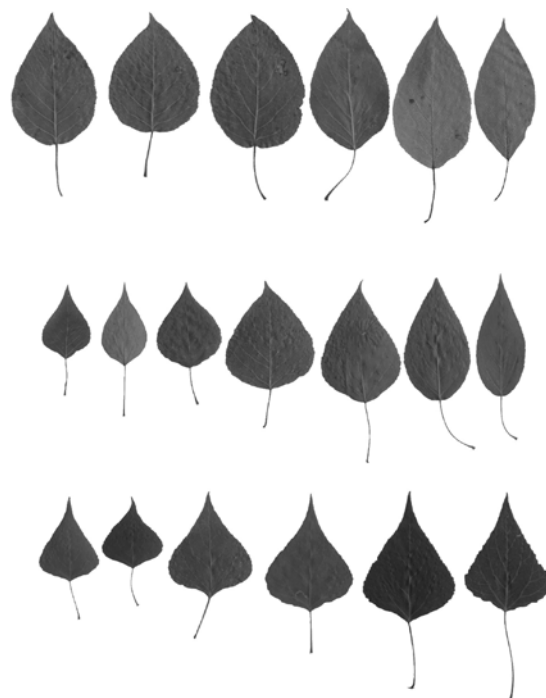


Рис. 4. Листья *P. laurifolia* (верхний ряд), *P. x jrtyschensis* (средний ряд) и *P. nigra* (нижний ряд)
Leaves *P. laurifolia* (upper line), *P. x jrtyschensis* (middle line) and *P. nigra* (low line)

3. Уровни изменчивости морфометрических признаков листа *P. x jrtyschensis* в природных популяциях ниже, чем в антропогенных, и последние представляют значительный интерес для отбора в культуру ценных форм спонтанных гибридов.

4. Комплексный анализ морфологических признаков листьев и побегов *P. nigra*, *P. laurifolia* и их естественных гибридов в пойме р. Томи показал, что наблюдаемая гибридизация носит односторонний, асимметричный характер, гибриды уклоняются в сторону тополя лавролистного. Несмотря на длительность протекающей гибридизации в пойме р. Томи *P. nigra* и *P. laurifolia* хорошо различаются.

Благодарность. Авторы благодарны сотрудникам Западно-Сибирского филиала Института леса СО РАН В.В. Тарakanову и Г.С. Тарану, принявшим участие в полевых исследованиях и обсуждении результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Floate K.D. Extent and patterns of hybridization among the three species of *Populus* that constitute the riparian forest of southern Alberta, Canada // *Can. J. Bot.* – 2004. – N. 82. – P. 253–264.
2. Repeated unidirectional introgression towards *Populus balsamifera* in contact zones of exotic and native poplars / S.L. Thompson, M. Lamothe, P.G. Meirmans [et al.] // *Mol. Ecol.* – 2010. – N. 19. – P. 132–145.

3. Genetic origin and composition of a natural hybrid poplar *Populus × jrtyschensis* from two distantly related species / D. Jiang, J. Feng, M. Dong [et al.] // *Plant Biol.* – 2016. – N. 16(1). – P. 88–99.
4. Genetic structure of *Populus* hybrid zone along the Irtysh River provides insight into plastid-nuclear incompatibility / Y.F. Zeng, J.G. Zhang, A.G. Duan, B. Abuduhumiti // *Sci. Rep.* – 2016. – N. 6. – P. 377–389.
5. Fitness dynamics within a poplar hybrid zone: I Prezygotic and postzygotic barriers impacting a native poplar hybrid stand / A.D. Roe, C.J. MacQuarrie, M.C. Gros-Louis [et al.] // *Ecol. Evol.* – 2014. – N. 4(9). – P. 1629–47.
6. Бакулин В.Т. Тополь черный в Западной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2007. – 121 с.
7. Бакулин В.Т. Тополь лавролистный. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, фил. Гео, 2004. – 123 с.
8. Прошкин Б.В., Климов А.В. Изменчивость признаков листа у форм *Populus laurifolia* Ledeb., отличающихся по окрасу коры, в бассейне реки Томи // *Вест. НГАУ.* – 2017. – № 1. – С. 93–106.
9. Климов А.В., Прошкин Б.В. Морфологическая идентификация естественных гибридов *P. nigra* х *P. laurifolia* в пойме реки Томи // *Сиб. лесн. журн.* – 2016. – № 5. – С. 55–62.
10. Таран Г.С., Климов А.В., Прошкин Б.В. О тополевых лесах верхнего течения реки Томи (Кемеровская область, Россия) // *Вестн. КрасГАУ.* – 2016. – № 11. – С. 152–157.
11. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). – М.: Наука, 1972. – 284 с.
12. Методы дендрохронологии. Ч. I: Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учеб.-метод. пособие / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов [и др.]. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
13. The biogeomorphological life cycle of poplars during the fluvial biogeomorphological succession: a special focus on *Populus nigra* L. / D. Corenblit, J. Steiger, E. González [et al.] // *Earth Surface Processes and Landforms.* – 2014. – P. 546–563.
14. Braatne J.H., Rood S.B., Heilman P.E. Life history, ecology, and conservation of riparian cottonwoods in North America // *Biology of Populus.* – Ottawa: NRC Research Press, 1996. – P. 57–58.
15. Чалов Р.С., Плескевич Е.М., Баула В.А. Русловые процессы и водные пути на реках Обского бассейна. – Новосибирск: РИПЭЛ плюс, 2001. – С. 300.

REFERENCES

1. Floate K. D., *Can. J. Bot.*, 2004, No. 82, pp. 253–264.
2. Thompson S. L., Lamothe M., Meirans P. G., *Mol. Ecol.*, 2010, No. 19, pp. 132–145.
3. Jiang D., Feng J., Dong M., *Plant Biol.*, 2016, No. 16 (1), pp. 88–99.
4. Zeng Y.F., Zhang J. G., Duan A. G., *Sci. Rep.*, 2016, No. 6, pp. 377–389.
5. Roe A. D., MacQuarrie C.J., Gros-Louis M.C., *Ecol. Evol.*, 2014, No. 4 (9), pp. 1629–47.
6. Bakulin V. T. *Topol chernyj v Zapadnoj Sibiri* (Poplar sweet in Siberia), *Novosibirsk, Geo*, 2007, 121 p. (In Russ.)
7. Bakulin V. T., *Topol lavrolistnyj* (Poplar laurifolia in Siberia) *Novosibirsk: Geo*, 2004, 123 p. (In Russ.)
8. Proshkin B. V., Klimov A. V., *Vest. NGAU*, 2017, No. 1, pp. 93–106. (In Russ.)
9. Klimov A. V., Proshkin B. V., *Sibirskij lesnoj zhurnal* (Siberian Journal of Forest Science), 2016, No. 5, pp. 55–62. (In Russ.)
10. Taran G. S., Klimov A. V., Proshkin B. V. *Vest. KrasGAU*, 2016, No. 11, pp. 152–157. (In Russ.)
11. Mamaev S. A. *Formy vnutrividovoj izmenchivosti drevesnyh rastenij*, 1972, Moscow, Nauka, 284 p. (In Russ.)
12. Shiyatov S. G., Vaganov E. A., Kirdyanov A. V., *Metody dendrokronologii*, Krasnoyarsk, KrasGU, 2000, 80 p. (In Russ.)
13. Corenblit D., Steiger J., González E., *Earth Surface Processes and Landforms*, 2014, pp. 546–563.
14. Braatne J. H., Rood S. B., Heilman P. E., Stettler R. F., Bradshaw H. D. Jr., Heilman P. E., Hinckley T. M., (Eds.). *Biology of Populus*, Ottawa, NRC Research Press, 1996, pp. 57–58.
15. Chalov R. S., Pleskevich E. M., Baula V. A. *Ruslovye protsessy i vodnye puti na rekakh Obskogo basseyna*, Novosibirsk, RIPEL plus. 2001, 300 p. (In Russ.)

УДК 633.1:631.51:632.954:635–18 (571.1)

ЗАСОРЕННОСТЬ ЗЕРНОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

В. Е. Синешечков, доктор сельскохозяйственных наук

Н. В. Васильева, кандидат биологических наук

Сибирский научно-исследовательский институт
земледелия и химизации сельского хозяйства
СФНЦА РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: sivi_01@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, минимизация обработки почвы, борьба с сорняками, просовидные, многолетние сорняки, вьюнок полевой

Реферат. Исследования проведены в 1986–2016 гг. на черноземах выщелоченных лесостепи Приобья в многофакторном стационарном полевом опыте в СибНИИЗиХ. С 1981 по 1990 г. культуры возделывали в пятипольном севообороте: «пар – озимая рожь – пшеница – овес (ячмень) – пшеница»; в 1991–2006 гг. его реорганизовали в четырехпольный «пар – озимая рожь – пшеница – пшеница»; с 2007 г. озимую рожь заменили пшеницей: пар – пшеница – пшеница – пшеница. Варианты механической обработки почвы в полях севооборотов: 1) вспашка в пару на 25–27 см, под пшеницу (вторая и третья культуры после пара) на 20–22 см; 2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ в пару на 25–27 см, под пшеницу на 20–22 см; 3) минимальная обработка культиватором «Степняк» на глубину 10–12 см под все культуры; 4) без зяблевой обработки. Засоренность посевов изучена по двум фонам химизации – экстенсивному и интенсивному. Показано, что минимизация основной обработки почвы под зерновые культуры в севооборотах на фоне без средств защиты растений способствовала усилению засоренности посевов в 1,4–1,8 раза, а отказ от зяблевой обработки почвы – в 2,3 раза в сравнении со вспашкой. Наряду с этим отмечено усиление распространения в посевах яровой пшеницы многолетних сорных растений – вьюнка полевого, бодяка щетинистого, осота полевого. Подтверждено, что изменение видового состава сорных растений в зернопаровом севообороте связано не только с освоением минимальных обработок почвы, но и с климатическими условиями. В частности, потепление климата в Западной Сибири на 1,33°C привело к появлению в составе сорных растений стационара видов, ранее не встречавшихся и приуроченных к степной зоне: дымянка лекарственная, щирица жемчужная, подмаренник цепкий, липучка щетинистая, марь остистая. Показана высокая эффективность в борьбе с сорняками современных гербицидов (Пума- супер, малолетучие эфиры 2,4-Д) независимо от изучаемых систем зяблевой обработки почвы под зерновые культуры. В результате более чем 30-летнего применения комплекса защиты растений на интенсивном фоне численность сорных растений в зернопаровом севообороте по-прежнему оставалась ниже порога вредности во всех вариантах обработки почвы. Одним из лучших способов снижения численности многолетних сорняков, в том числе вьюнка полевого, признан комбинированный пар, в котором помимо двух механических летних культиваций на глубину 6–8 см применяли две гербицидные обработки за лето системными препаратами.

GRAIN DOCKAGE WHEN MINIMUM SOIL TILLAGE IN THE FOREST-STEPPE OF OB ZONE

Sineshchekov V.E., Dr. of Agricultural Sc.

Vasilieva N.V., Candidate of Biology

Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization of Agriculture

Key words: spring wheat, minimum soil tillage, weed control, miliary, perennial weeds, corn bindweed.

Abstract. The research was carried out in 1986–2016 on leached chernozem of Ob forest-steppe in multi-factor stationary field experiment in Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization. From 1981 to 1990 the crops were cultivated in 5 crop rotation: “steam-winter wheat-wheat-barley-wheat”; in 1991–2006 this experiment was rearranged in 4-crop rotation “steam-winter wheat-wheat-wheat” ;

since 2007 winter wheat was replaced by wheat: steam – wheat – wheat – wheat”. The variants of machinery tillage were as follows: 1) tillage in the steam on 25-27 sm, under the wheat (the second and third crops after steam) on 20-22 sm; 2) nonmouldboard cultivation by the stands of Siberian Institute of Mechanization and Electrification in the steam on 25-27 sm, under the wheat on 20-22 sm; 3) minimum tillage by Stepnyak cultivator on the depth 10-12 sm under all crops; 4) without fall tillage. Grain dockage was investigated by means of two chemical backgrounds: extensive and intensive ones. The authors make case that minimum soil tillage under the crops with no plant protection means enhanced grain dockage 1.4-1.8 times; no fall tillage enhanced grain dockage in 2.3 times in comparison with ploughing. The researchers observed spreading of perennial weeds in spring wheat: corn bindweed, yellow thistle and field milk thistle. The authors outline that changes in weed species in grain and steam crop rotation relates to minimum soil tillage and climate conditions as well. Climate warming in Western Siberia on 1.330 C resulted in the origin of such weeds as common fumitory, prostrate amaranth, goose grass and Mexican tea. The paper shows high effect of modern herbicides (Puma-super, low-volatile ester 2-D) in preventing weeds spreading. Application of plant protection complex on the intensive background influenced positively and the number of weeds in grain and steam crop rotation was not harmful in all variants of soil tillage. Cogeneration steam is considered to be one of the most efficient way to reduce the number of perennial weeds as it combines 2 mechanical cultivations on the depth 6-8 sm and 2 herbicide tillage with system specimens.

Сорные растения полевых севооборотов – это в большинстве своем очень пластичная группа, хорошо приспособленная к существованию в условиях соперничества с культурными растениями. Они быстро реагируют на любые изменения окружающей среды, в том числе и на агрофизическое состояние почвы, обусловленное различными механическими обработками. С началом освоения минимизации обработки почвы в агротехнологиях ее влияние на засоренность зерновых агроценозов стало предметом дискуссии в научной литературе. По многочисленным сообщениям, освоение почвозащитной системы земледелия за довольно короткий срок способствует не только нарастанию засоренности посевов полевых культур, но и вызывает изменение соотношения сорных растений в агрофитоценозе [1–12]. Так, по наблюдениям А. Н. Власенко [2–3], в южной лесостепи Западной Сибири по мере минимизации обработки почвы на экстенсивном фоне идет нарастание засоренности в основном за счет мятликовых сорных растений, прежде всего овсюга. В его исследованиях к концу ротации севооборота относительная засоренность посевов составляла по «нулевой» обработке 18,6, а по вспашке – 2,3 %.

В степи Кулунды число сорных растений по плоскорезной обработке возрастало в 2,7 раза в сравнении со вспашкой, и в 3,4 – с минимальной обработкой [4]. Отказ от основной обработки почвы приводил к увеличению засоренности полей в 1,5–2,0 раза, при этом на фоне мульчирующей обработки возрастала засоренность полей гречишкой вьюнковой, про-

сом куриным и щетинниками, а на фоне «нулевой» зяблевой обработки – многолетними сорными растениями и щирицей запрокинутой [1]. Численность многолетних сорных растений сильнее нарастала по безотвальным обработкам, особенно по минимальным, а малолетних – по вспашке и комбинированной обработке [6]. Внедрение поверхностных обработок почвы на юге Западной Сибири привело к значительному росту засоренности мятликовыми сорняками в сравнении с другими группами сорных растений [9]. Аналогичные наблюдения описаны для Северного Зауралья [11].

В разных климатических зонах России минимальные обработки почвы могут увеличить засоренность полей за ротацию севооборота в 4–7 раз при отсутствии мер химической борьбы, при этом особенно заметно нарастает количество многолетних сорных растений [13]. Освоение технологии No-Till в лесостепи Новосибирского Приобья показало: в вариантах с плоскорезной обработкой запас семян сорных растений в почве увеличивался за счет двудольных в 2,1 раза, однодольных – в 12,0; на фоне без обработки почвы количество семян двудольных сорных растений возрастало в 2,6 раза, однодольных – в 8,0 [10]. При этом более обширным стал состав двудольных сорных растений в вариантах без обработки почвы. Существенно возрастала роль многолетних растений семейства Asteracia, а также таких видов, как осот полевой, бодяк щетинистый, одуванчик лекарственный, мелколепестник канадский.

Отмечено, что ни один из приёмов зяблевой обработки почвы не обеспечивал снижение засоренности посевов полевых культур ниже экономического порога вредоносности [14]. На полях России за последнее десятилетие усилилось накопление сорных растений, что связано с внедрением фермерского хозяйствования, приведшего к насыщению севооборотов зерновыми культурами на фоне недостаточного применения средств защиты растений [9, 15–18]. В посевах зерновых культур отмечено в первую очередь увеличение численности просовидных сорняков, а также значительное накопление таких многолетних растений, как вьюнок полевой и различные виды осотов [11, 17–20]. Кроме того, в последние годы появились сообщения о расселении степных видов растительности в лесостепную и лесную зону, что связано с постепенным изменением климата в Сибири [12, 21]. С учетом всех этих факторов проблема борьбы с сорной растительностью в полевых севооборотах и в настоящее время остается актуальной.

Цель работы – оценить влияние минимизации основной обработки почвы на состояние засоренности зерновых агроценозов в лесостепи Приобья на основе анализа многолетних экспериментальных данных по динамике численности и видового состава сорной растительности в зернопаровом севообороте.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования динамики численности и видового состава сорной растительности в посевах зерновых культур проводили с 1986 по 2016 г. в многофакторном стационарном полевом опыте в СибНИИЗиХ Сибирского федерального научного центра агроботехнологий РАН на территории ОПХ «Элитное» Новосибирской области (центрально-лесостепная подзона). Опыт заложен в 1981 г. [22].

Почвенный покров под опытами представлен среднесуглинистым выщелоченным черноземом среднесуглинистого гранулометрического состава. Под опытами мощность гумусового горизонта равна 39 см, глубина пахотного слоя 27 см. Содержание гумуса в слое 0–20 см составляет 6,0%, общего азота – 0,34, валового фосфора – 0,30%, подвижного фосфора (по Чирикову) и калия – 20 и 9,7 мг/100 г почвы соответственно.

За период исследований прошло 8 полных ротаций зернопарового севооборота, из которых две ротации севооборот был пятипольный (пар – пшеница – пшеница – овес (ячмень) – пшеница), а затем четырехпольный с озимой рожью (пар – озимая

рожь – пшеница – пшеница). С 2007 г. рожь в севообороте заменили пшеницей. Варианты зяблевой обработки почвы во всех севооборотах следующие: 1) вспашка в пару на 25–27 см, под зерновые (вторая и третья культуры после пара) на 20–22 см; 2) безотвальная обработка стойками СибИМЭ в пару на 25–27 см, под зерновые – на 20–22 см; 3) минимальная обработка культиватором «Степняк» на глубину 10–12 см под все культуры; 4) без зяблевой обработки. Площади под делянками по основной обработке почвы составляли 1300 м² (13 x 100 м). Опыт заложен в четырех повторениях, расположение вариантов систематическое.

Поперек основных обработок методом расщепленных делянок накладывались варианты с применением химических средств интенсификации: экстенсивный фон (без средств химизации); интенсивный фон (фосфорные удобрения в пару в дозе P₁₂₀ на ротацию севооборота, N₆₀ под вторую и N₉₀ под третью культуры после пара, гербициды, фунгициды, инсектициды). До 1994 г. во всех вариантах опыта (кроме контроля) против мятликовых сорных растений применяли Иллоксан, а против двудольных – гербициды группы 2,4-Д. С 1995 г. против мятликовых применяли Пуму-Супер (0,8–1 л/га), а против двудольных в разные годы – Гранстар (20 г/га), Элант-Премиум (0,8 л/га) или Диален (0,8 л/га). В паровом поле на интенсивном фоне для снижения засоренности помимо двух механических летних культиваций на глубину 6–8 см применяли две гербицидные обработки за лето системными препаратами.

Учет засоренности посевов во всех вариантах опыта осуществляли методом маршрутных обследований с подробным описанием видового состава на учетных площадках в фазу всходов, кущения и перед уборкой [23]. Учет урожая с учетных делянок проводили методом сплошного комбайнирования комбайном «Сампо».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Набор сорных растений на опытном поле многофакторного стационарного полевого опыта СибНИИЗиХ СФНЦА РАН типичен для лесостепной зоны Западной Сибири. Из 300 видов, известных для лесостепи, присутствует чуть более 30. Это обусловлено возделыванием в севообороте преимущественно зерновых культур, обладающих высокой конкурентной способностью по отношению к сорным растениям. В первые годы после закладки стационара (1981–1982 гг.) видовой со-

став сорной растительности выглядел следующим образом: просо куриное и посевное (*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv., *Panicum miliaceum* L.), щетинники зеленый и сизый (*Setaria viridis* L., *S. pumila* (Poir) Schultes), овсюг (*Avena fatua*), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), пикульник двудольный (*Galeopsis bifida* Boenn.), гречишка вьюнковая (*Fallopia convolvulus* (L.) A. Love), гречишка татарская (*Fagopirum tataricum* (L.) Gaertn.), капустовые (*Brassica campestris* L., *Neslia paniculata* (L.) Desv., *Raphanus raphanistrum* L.). Единично присутствовали такие многолетние сорные растения как осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.). Просовидные растения составляли около 47–50% сорного ценоза, практически третья часть однодольных сорняков была представлена овсюгом.

За вторую ротацию пятипольного севооборота (пар – пшеница – пшеница – овес (ячмень) –

пшеница) в видовом и численном составе сорной растительности произошли существенные изменения (табл. 1). Исследования показали, что в отсутствие средств химической защиты растений в зернопаровом севообороте идет постепенное накопление сорной растительности, особенно с удалением культуры от пара. Доля сорняков в агрофитоценозе достигала максимума на заключительной культуре после пара, где она в среднем за 1986–1990 гг. составила около 20%. При этом в вариантах с почвозащитной обработкой их накопление происходило в 1,5–2,0 раза интенсивнее.

Так, при глубокой безотвальной обработке засоренность заключительной культуры севооборота составляла в среднем 17,1%, при минимальной обработке – 22,6, без зяблевой обработки почвы – 28,4, тогда как по вспашке – 12,9%. Минимизация обработки почвы без применения гербицидов за 10 лет привела к увеличению засоренности посевов в 1,4–1,8 раза, а отказ от зяблевой обработки почвы – в 2,3

Таблица 1

Засоренность зерновых культур перед уборкой в зависимости от систем обработки почвы и уровня химизации (в среднем за 1986–1990 гг.) % от общей массы фитоценоза
Grain dockage before harvesting in relation to the system of soil tillage and the level of chemicalization, on average in 1986-1990, % of total phytocenoses mass

Основная обработка почвы	Экстенсивный фон			Интенсивный фон		
	всего сорняки	мятликовые	двудольные	всего сорняки	мятликовые	двудольные
<i>1-я культура</i>						
Вспашка	2,6	2,1	0,5	1,2	0,4	0,8
Безотвальная	5,2	3,5	1,7	1,8	0,7	1,1
Минимальная	7,4	6,4	1,0	2,9	0,4	2,5
Без обработки	7,2	5,9	1,3	2,2	0,7	1,5
<i>2-я культура</i>						
Вспашка	5,4	3,7	1,7	1,9	0,8	1,1
Безотвальная	14,3	10,4	3,9	02,8	1,2	1,6
Минимальная	21,6	19,7	1,9	3,0	1,6	1,4
Без обработки	20,7	19,5	1,2	3,4	1,6	1,8
<i>4-я культура</i>						
Вспашка	12,9	10,7	2,2	2,6	1,3	1,3
Безотвальная	17,1	15,3	1,8	3,5	1,5	2,0
Минимальная	22,6	20,0	2,6	4,8	2,3	2,5
Без обработки	28,4	25,2	3,2	6,4	3,3	3,1

в сравнении с зяблевой вспашкой. Нарастание засоренности происходило в основном за счет малолетних злаковых растений, а доля однолетних двудольных сорных растений во всех вариантах не превышала 2,0–3,0%. Многолетние сорные растения (вьюнок полевой и осоты) в варианте со вспашкой практически не встречались, но отмечено появление этих видов при минимизации основной обработки, особенно в варианте без зяби. В последнем отмеча-

лись даже небольшие куртины многолетнего сорного растения льнянки обыкновенной (*Linaria vulgaris* Mill.), ранее на стационаре не встречавшейся.

На интенсивном фоне засоренность во все годы исследований не превышала порога вредности. В посевах яровой пшеницы преимущественно сохранялись двудольные виды, устойчивые к гербицидам, а также просовидные сорняки, взошедшие после гербицидной обработки. При

этом сорные растения находились в основном под пологом основной культуры.

В среднем за четвертую, пятую и шестую ротации четырехпольного севооборота (пар – озимая рожь – пшеница – пшеница) было отмечено дальнейшее существенное нарастание сорной растительности на экстенсивном фоне (табл. 2).

Так, на заключительной культуре севооборота средняя засоренность по вариантам достигала 33,4%. Наблюдалось также изменение видового состава сорных растений. Это связано не только с почвозащитными обработками, но и с изменением климата в Западной Сибири. По данным Федеральной службы по гидрометеорологии,

Таблица 2

Засорённость зерновых культур перед уборкой в зависимости от систем обработки почвы и уровня химизации (в среднем за 1996–2006 гг.), % от общей массы фитоценоза
Grain dockage before harvesting in relation to the system of soil tillage and the level of chemicalization (on average in 1996-2006), % of total phytocenoses mass

Основная обработка почвы	Экстенсивный фон			Интенсивный фон		
	всего сорняки	мятликовые	двудольные	всего сорняки	мятликовые	двудольные
<i>Озимая рожь</i>						
Вспашка	1,9	0,7	1,2	1,2	0,1	0,1
Безотвальная	2,5	0,5	2,0	1,4	0,3	1,1
Минимальная	3,4	0,6	2,8	1,6	0,4	1,2
Без обработки	4,3	1,0	3,3	2,2	0,7	1,5
<i>2-я культура (яровая пшеница)</i>						
Вспашка	14,8	10,4	4,4	1,1	0,2	0,9
Безотвальная	18,6	11,9	6,7	1,2	0,2	1,0
Минимальная	21,3	14,5	6,8	1,7	0,6	1,1
Без обработки	26,2	17,2	9,0	2,4	0,9	1,5
<i>3-я культура (яровая пшеница)</i>						
Вспашка	27,4	19,2	8,2	1,2	0,2	1,0
Безотвальная	33,1	21,1	10,0	1,4	0,6	0,8
Минимальная	36,7	24,9	11,8	2,4	0,8	1,6
Без обработки	40,3	26,5	13,8	3,0	1,2	1,8

в Западной Сибири за последние годы произошло потепление на 1,33° С. При этом зачастую потепление сопровождалось резким дефицитом атмосферных осадков, что обеспечивало преимущество в конкурентной борьбе в агрофитоценозе степным видам сорных растений. Вероятно, в связи с этим просовидные сорняки, ранее распространенные преимущественно в степной зоне, стали в настоящее время в лесостепи Приобья наиболее агрессивной группой. Их количество на экстенсивном фоне во времени неуклонно нарастает, и во втором севообороте доля просовидных в сорном компоненте на заключительной культуре составила уже 66,0–75,0%. В сравнении с ними овсюг оказался менее конкурентоспособен в таких условиях, численность его постепенно снижалась и к концу второго севооборота достигала единичных значений.

Отмечено также появление новых видов двудольных сорных растений, ранее считавшихся преимущественно степными, таких как дымянка лекарственная (*Fumaria officinalis* L.), щирица жминдовидная (*Amaranthus blitoides* S. Wats.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), липучка ще-

тинистая (*Lappula squarrosa* (Retz.) Dum.). В составе двудольных сорных растений увеличилась доля видов, в разной степени устойчивых к гербицидам, таких как горец развесистый (*Persicaria lapathifolia* (L.) S. F. Gray), пикульник двунадрезный, гречиха татарская, паслен черный (*Solanum nigrum* L.).

В вариантах с почвозащитными обработками по-прежнему отмечали увеличение доли сорного компонента в сравнении с отвальной зябью – в 1,3–1,4 раза по минимальным обработкам почвы и в 1,5–1,8 без зяби. Кроме того, накоплению семян сорной растительности во втором севообороте способствовали некоторые технологические особенности возделывания озимой ржи (отсутствие ранневесенней обработки, гербицидной обработки, ранняя уборка культуры). После озимой ржи отмечено накопление в первую очередь зимующих и многолетних сорняков, а также однолетней сорной растительности с коротким периодом созревания.

На интенсивном фоне с 1994 г. применяли новые химические средства защиты растений: против мятликовых сорняков – Пума-Супер, а против двудольных в разные годы – Гранстар, Секатор,

Элант-Премиум, Диален-Супер, в паровом поле – Торнадо. Высокая эффективность этих препаратов привела к тому, что засоренность посевов на фоне защиты растений была постепенно сведена к минимуму и не превышала порога вредоносности во всех изучаемых вариантах основной обработки почвы, даже на заключительной культуре. При этом во втором севообороте численность мятликовых сорняков на интенсивном фоне была близка к нулю, основную часть сорных растений составляли двудольные виды, устойчивые в разной степени к химическим препаратам.

В среднем за четвертую, пятую и шестую ротации четырехпольного севооборота отмечено увеличение численности вьюнка полевого выше порога вредоносности на экстенсивном фоне (5–8 шт/м²), преимущественно в вариантах с минимальными обработками почвы. Отдельные куртины этого сорняка встречались даже на фоне комплексной химизации. По мнению многих авторов, против вьюнка полевого и осотов химическая прополка в посевах полевых культур малоэффективна [18,19]. Борьба с этими многолетними растениями наиболее результативна в пару, где идёт истощение сорняков, в частности осотов, за счет срезания их розеток, пока питающихся от корней материнских растений, путём многократной мелкой обработки.

В наших исследованиях мы сравнивали разные варианты парования на предмет выявления их эффективности по подавлению указанной многолетней сорной растительности: механический

пар – четыре летние культивации на, 6–8, 8–10 и 10–12 см; химический пар – 3–4 гербицидные обработки в течение лета, и комбинированный – сочетание механических и химических обработок. Оптимальным в борьбе с корнеотпрысковыми сорняками (вьюнок полевой и осоты) был комбинированный пар, где помимо двух механических обработок два раза за лето (в июле и августе) проводили химическую прополку Диаленом-Супер. В посевах после комбинированного пара численность вьюнка полевого была значительно ниже порога вредоносности.

После 2006 г. в севообороте озимую рожь заменили на яровую пшеницу. Кроме того, в ассортименте средств подавления сорных растений ввели регулярный комбинированный пар взамен механического. Эти меры позволили несколько снизить численность сорных растений на экстенсивном фоне, в том числе и многолетних. Средняя засоренность заключительной культуры севооборота за 10 лет составила 23,4%, по вспашке она была минимальной – 15,7%, но всё равно значительно выше порога вредоносности (табл. 3).

При этом по-прежнему сохранялись закономерности по увеличению доли сорной растительности в вариантах с плоскорезными обработками почвы и без основной обработки. Изучаемые варианты обработки почвы различались и по видовому составу сорных растений. В посевах по зяблевой вспашке в сравнении с почвозащитными обработками была выше встречаемость лебеды

Таблица 3

Засорённость яровой пшеницы перед уборкой в зависимости от систем обработки почвы и уровня химизации (в среднем за 2007–2016 гг.), % от общей массы фитоценоза
Grain dockage before harvesting in relation to the system of soil tillage and the level of chemicalization
(on average in 2007-2016), % of total phytocenoses mass

Основная обработка почвы	Экстенсивный фон			Интенсивный фон		
	всего сорняки	мятликовые	двудольные	всего сорняки	мятликовые	двудольные
<i>1-я культура</i>						
Вспашка	6,8	4,2	2,6	0,7	0,2	0,5
Безотвальная	9,0	5,6	3,4	0,8	0,3	0,5
Минимальная	10,7	6,6	4,1	1,5	0,6	0,9
Без обработки	12,0	6,7	5,3	2,0	0,7	1,3
<i>2-я культура</i>						
Вспашка	6,9	4,4	2,5	1,1	0,6	0,5
Безотвальная	9,7	6,1	3,6	1,3	0,4	0,9
Минимальная	14,6	9,6	5,0	2,6	1,0	1,6
Без обработки	14,9	9,4	5,5	2,8	1,1	1,7
<i>3-я культура</i>						
Вспашка	15,7	9,4	6,3	2,4	0,7	1,7
Безотвальная	19,5	11,6	7,9	3,2	1,0	2,2
Минимальная	29,0	17,0	12,0	5,7	2,0	3,7
Без обработки	29,5	17,4	12,1	5,9	1,8	4,1

и разных видов капустовых, семена которых при прорастании требовательны к относительно низкой плотности почвы. В вариантах опыта с почвозащитными обработками плотность почвы обычно превышала $1,1 \text{ г/см}^3$, что было неблагоприятным фактором для прорастания семян этих сорных растений.

В посевах по «нулевой» обработке (без зяби) чаще, чем в варианте со вспашкой, встречались смолевка сибирская, фиалка полевая, липучка щетинистая, подмаренник цепкий, дымянка лекарственная, щирица жминдовидная, а также многолетние сорные растения – осот полевой, бодяк щетинистый, вьюнок полевой, льнянка обыкновенная, одуванчик. Отмечена частая встречаемость многолетних сорных растений (бодяк щетинистый и вьюнок полевой) и в вариантах с безотвальной обработкой (в сравнении со вспашкой). Это обусловлено тем, что при обороте пласта семена и вегетативные органы размножения заделываются в нижнюю часть пахотного слоя, что задерживает их прорастание с большой глубины. При минимальных зяблевых обработках значительная часть семян сорных растений остается в верхнем горизонте почвы и на её поверхности, что приближает их к условиям естественных экосистем.

В седьмой и восьмой ротациях четырехпольного севооборота (пар – пшеница – пшеница – пшеница) продолжилось нарастание численности сорных растений из степной зоны: дымянка лекарственная, подмаренник цепкий и щирица жминдовидная стали на стационаре распространенными видами. Кроме того, появилась марь остистая (*Chenopodium aristatum L.*), ареал обитания которой обычно находится в степных сосновых борах.

На интенсивном фоне с 2011 г. стали применять новые препараты, эффективные в отношении устойчивых двудольных сорных растений – баковую смесь Магнум-Супер + Балерина + Хит. Благодаря этому не было допущено нарастания численности в посевах таких сорняков, как гречишка вьюнковая, гречиха татарская, пикульник двунадрезный, паслен черный, щирица жминдовидная, липучка щетинистая и др. На фоне комплексной защиты растений за 35 лет существования полевого стационара численность сорных растений по-прежнему оставалась ниже порога вредоносности, несмотря на освоение минимальных способов основной обработки почвы.

ВЫВОДЫ

1. Освоение минимизации обработки почвы в зернопаровых севооборотах невозможно без комплексной защиты растений основной культуры от вредных объектов (сорняки, болезни, вредители). Применение почвозащитных способов основной обработки почвы под зерновые культуры на экстенсивном фоне приводило к усилению засоренности посевов в 1,4–1,8 раза, а отказ от зяблевой обработки почвы – в 2,3 раза в сравнении со вспашкой.

2. За годы исследований (35 лет) в зернопаровом севообороте без применения гербицидов отмечено постепенное нарастание во времени численности сорных растений во всех вариантах зяблевой обработки почвы, при этом рост засоренности в вариантах с почвозащитными обработками идёт быстрее в сравнении со вспашкой. За вторую ротацию пятипольного зернопарового севооборота средняя засоренность посевов на экстенсивном фоне составляла около 20%, а к концу шестой ротации уже четырехпольного зернопарового севооборота она достигала 33,4%.

3. Изменению видового состава сорных растений в зернопаровом севообороте способствовало освоение минимизации основной обработки почвы, а также потепление климата в Западной Сибири. На экстенсивном фоне во всех вариантах зяблевой обработки отмечено значительное нарастание численности просовидных сорных растений, а также двудольных, устойчивых к гербицидам. В вариантах с минимальными обработками почвы, кроме того, наблюдалось увеличение численности многолетних сорняков, таких как вьюнок полевой, бодяк щетинистый. Отсутствие зяблевой обработки почвы приводило не только к возрастанию численности сорных растений, но и к большему разнообразию видового состава сорной растительности в сравнении со вспашкой, в том числе к увеличению видов многолетних сорных растений, таких как льнянка обыкновенная, осот полевой, одуванчик. Потепление климата в Западной Сибири привело к появлению в составе сорных растений стационара видов, приуроченных ранее к степной зоне: дымянка лекарственная, щирица жминдовидная, подмаренник цепкий, липучка щетинистая, марь остистая.

4. Многолетнее применение комплексной химизации в зернопаровом севообороте позволяло сдерживать численность сорных растений во всех вариантах обработки почвы на уровне ниже порога вредоносности. Высокую эффективность

в борьбе с однодольными сорными растениями обеспечивал гербицид Пума-Супер, а с двудольными – баковые смеси препаратов, таких, например, как Диален-Супер + Балерина + Хит. Лучшим способом снижения численности много-

летних сорняков, в том числе вьюнка полевого, был комбинированный пар, в котором помимо двух летних культиваций применяли две гербицидные обработки за лето системными препаратами (Диален-Супер или Элант-Премиум).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Картамышев Н.И., Шмат З.М., Гончаров Н.Ф.* Снижать засоренность полей в почвозащитном земледелии // *Земледелие*. – 1992. – № 2. – С. 55–58.
2. *Власенко А.Н.* Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири. – Новосибирск, 1994. – 76 с.
3. *Власенко А.Н.* Совершенствование научных основ сибирского земледелия // *Сиб. вестн. с.-х. науки*. – 2009. – № 10. – С. 27–35.
4. *Мельникова Е.Ф., Ноговицын Н.В.* Минимизация основной обработки почвы при возделывании зерновых культур в засушливой Кулундинской степи // *Современные проблемы сельского хозяйства и пути их решения: сб. науч. тр.* – Барнаул, 2000. – С. 133–140.
5. *Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / В.И. Кирюшин, А.Н. Власенко, В.К. Каличкин [и др.].* – Новосибирск, 2002. – 338 с.
6. *Кислов А.В., Бакиров Ф.Г., Федюнин С.А.* Ресурсосберегающие технологии обработки почвы под зерновые культуры // *Земледелие*. – 2004. – № 4. – С. 24–25.
7. *Кирюшин В.И.* Научное наследие академика А.И. Бараева // *Земледелие*. – 2008. – № 5. – С. 3–6.
8. *Синецких В.Е.* Управление продукционным процессом зерновых агроценозов юга Западной Сибири / РАСХН. Сиб. отд-ние, ГНУ СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2008. – 212 с.
9. *Доронин В.Г., Ледовский Е.Н., Дмитриев В.И.* Эффективность защиты зерновых культур на юге Западной Сибири // *Защита и карантин растений*. – 2012. – № 10. – С. 22–23.
10. *Власенко Н.Г., Коротких Н.А., Бокина И.Г.* К вопросу о формировании фитосанитарной ситуации в посевах в системе No-Till. – Новосибирск, 2013. – 122 с.
11. *Рзаева В.В.* Засоренность яровой пшеницы при различных способах обработки почвы в Северном Зауралье // *Земледелие*. – 2013. – № 8. – С. 25–26.
12. *Синецких В.Е., Васильева Н.В.* Динамика засоренности зерновых агроценозов // *Вестн. Рос. акад. с.-х. наук*. – М., 2010. – № 4. – С. 21–23.
13. *Саленков С.Н.* Современные энергосберегающие технологии // *Земледелие*. – 2001. – № 5. – С. 8–9.
14. *Ленточкин А.М., Ширококов П.Е., Ленточкина Л.А.* Засоренность посевов яровой пшеницы в зависимости от приёмов зяблевой обработки почвы // *Защита и карантин растений*. – 2015. – № 12. – С. 29–31.
15. *Исайкин И.И., Волков М.К.* Плуг – сорнякам друг // *Земледелие*. – 2007. – № 1. – С. 23–24.
16. *Каличкин В.К.* Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы // *Земледелие*. – 2008. – № 5. – С. 24–26.
17. *Борьба с засоренностью посевов при ресурсосберегающих технологиях в земледелии Зауралья / В.В. Немченко, Л.Д. Рыбина, А.Н. Копылов [и др.]* // *Земледелие*. – 2008. – № 5. – С. 38–40.
18. *Система борьбы с корнеотпрысковыми сорняками в Зауралье / В.В. Немченко, А.С. Филиппов, А.А. Замятин [и др.]* // *Защита и карантин растений*. – 2012. – № 3. – С. 51–54.
19. *Доронин В.Г.* Системы гербицидов в зернопаровом севообороте на юге Западной Сибири // *Земледелие*. – 2009. – № 4. – С. 28–30.
20. *Синецких В.Е., Васильева Н.В.* Тактика борьбы с сорной растительностью в полевых севооборотах при почвозащитном земледелии: монография/ РАСХН. Сиб. отд-ние, ГНУ СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2012. – 111 с.
21. *Субботин И.А.* Главное – выбрать верную технологию // *Защита и карантин растений*. – 2014. – № 8. – С. 8.

22. *Реестр* длительных стационарных полевых опытов государственных научных учреждений Сибирского отделения Россельхозакадемии / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние; под ред. акад. Россельхозакадемии Н.И. Кашеварова. – Изд. 1-е. – Новосибирск, 2009. – 285 с.
23. *Методика* и техника учетов сорняков: науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1969. – Вып. 26. – 196 с.

REFERENCES

1. Kartamyshev N. I., Shmat Z. M., Goncharov N. F., *Zemledelie*. 1992, No. 2, pp. 55–58. (In Russ.)
2. Vlasenko A. N. *Nauchnye osnovy minimalizacii sistem osnovnoj obra-botki pochvy v lesostepi Zapadnoj Sibiri*. (Scientific foundations of minimization of basic tillage systems in the forest-steppe of Western Siberia.), Novosibirsk, 1994, 76 p.
3. Vlasenko A. N. *Sib. vestn. s. – h. nauki*, 2009, No. 10, pp. 27–35. (In Russ.)
4. Mel'nikova E. F., Nogovicyn N. V., *Sovremennye problemy sel'skogo hozjajstva i puti ih reshenija (Modern problems of agriculture and ways to solve them)*, Sb. nauch. Tr., Barnaul, 2000, pp. 133–140.
5. *Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledelija Novosibirskoj oblasti*. (Adaptive-landscape systems of agriculture in the Novosibirsk region.), Kirjushin V. I., Vlasenko A. N., Kalichkin V. K., Novosibirsk, 2002, 338 p.
6. Kislov A. V., Bakirov F. G., Fedjunin S. A. *Zemledelie*, 2004, No. 4, pp. 24–25. (In Russ.)
7. Kirjushin V. I. *Zemledelie*, 2008, № 5, pp. 3–6. (In Russ.)
8. Sineshhekov V. E. *Upravlenie produkcionnym processom zernovyh agroce-nozov juga Zapadnoj Sibiri*. (Management of the production process of grain agrocenoses in the south of Western Siberia.) RASHN. Sib. Otd-ie GNU SibNIIZHim, No-vosibirsk, 2008, 212 p.
9. Doronin V. G., Ledovskij E. N., Dmitriev V. I. *Zashhita i karantin rastenij*, 2012, No. 10, pp. 22–23. (In Russ.)
10. Vlasenko N. G., Korotkih N. A., Bokina I. G. *K voprosu o formirovanii fitosanitarnoj situacii v posevah v sisteme No-Till*. (On the issue of the formation of phytosanitary situation in crops in the No-Till system.), Novosibirsk, 2013, 122 p.
11. Rzaeva V. V. *Zemledelie*, 2013, No. 8, pp. 25–26. (In Russ.)
12. Sineshhekov V. E., Vasil'eva N. V. *Vestn. Ros. Akad. s. – h. nauk*, Moskoy, 2010, No. 4, pp. 21–23.
13. Salenkov S. N., *Zemledelie*, 2001, No. 5, pp. 8–9. (In Russ.)
14. Lentochkin A. M., Shirobokov P. E., Lentochkina L. A., *Zashhita i karantin rastenij*, 2015, No. 12, pp. 29–31. (In Russ.)
15. Isajkin I. I., Volkov M. K. *Zemledelie*, 2007, No. 1, pp. 23–24. (In Russ.)
16. Kalichkin V. K. *Zemledelie*, 2008, No. 5, pp. 24–26.
17. Nemchenko V. V., Rybina L. D., Kopylov A. N., *Zemledelie*, 2008, No. 5, pp. 38–40. (In Russ.)
18. Nemchenko V. V., Filippov A. S., Zamjatin A. A., *Zashhita i karantin rastenij*, 2012, No. 3, pp. 51–54. (In Russ.)
19. Doronin V. G. *Zemledelie*, 2009, No. 4, pp. 28–30. (In Russ.)
20. Sineshhekov V. E., Vasil'eva N. V. *Taktika bor'by s sornoj rastitel'nost'ju v polevyh sevooborotah pri pochvozashhitnom zemledelii: monografija* (Tactics of combating weed vegetation in field crop rotations in soil conservation agriculture.), Novosibirsk, 2012, 111 p.
21. Subbotin I. A. *Zashhita i karantin rastenij*, 2014, No. 8, pp. 8. (In Russ.)
22. *Reestr dlitel'nyh stacionarnyh polevyh opytov gosudarstvennyh nauchnyh uchrezhdenij Sibirskogo otdelenija Rossel'hozakademii* (Register of long-term stationary field experiments of state scientific institutions of the Siberian Branch of the Russian Academy of Agricultural Sciences.), Novosibirsk, 2009, 285 p.
23. *Metodika i tehnika uchetov sornjakov (Technique of weed accounting): nauch. Tr. NIISH Jugo-Vostoka*, Saratov, 1969, 196 p.

БИОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ

УДК 581.1:602.6

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РОСТА КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ДВУДОЛЬНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ

А. А. Загорская, научный сотрудник
Ю. В. Сидорчук, кандидат биологических наук
Е. В. Дейнеко, доктор биологических наук, профессор
Институт цитологии и генетики
Сибирского отделения РАН, Новосибирск, Россия
E-mail: zagorska@bionet.nsc.ru

Ключевые слова: культуры растительных клеток, биотехнология, трансгенез, агробактериальная трансформация, рекомбинантный белок, GFP

Реферат. Введены в культуру in vitro семь видов двудольных растений, отобранных по способности к накоплению в вегетативных тканях высоких уровней общего растворимого белка. Для получения интенсивно растущего рыхлого каллуса, пригодного для получения суспензионной культуры, оптимизированы составы питательных сред и проведена оценка морфогенетических реакций различных типов эксплантов. При скрининге по способности к каллусообразованию семи видов двудольных растений установлено, что быстрорастущие суспензионные линии могут быть получены для клеток трех видов растений – Nicotiana tabacum, Daucus carota, Amaranthus hypochondriacus с применением отмеченных протоколов сред и типов эксплантов. На основании оценки ростовых характеристик суспензионных культур, полученных из каллусов трех выделенных видов растений, установлено, что все три анализируемые клеточные линии характеризовались высокими показателями жизнеспособности и интенсивным приростом биомассы. Результаты сравнительного анализа прироста биомассы у трех анализируемых клеточных культур выявили, что в наибольшей степени плотность клеток возрастала в суспензионной культуре A. hypochondriacus. С применением репортерного gfp-гена отобранные клеточные линии оценены по способности к накоплению рекомбинантного белка. Отмечена прямая корреляция между накоплением общего растворимого и рекомбинантного белков в клетках суспензионной культуры. Клеточные культуры, полученные на основе указанных трех видов растений, представляют интерес для биотехнологии и будут использованы при создании линий-продуцентов рекомбинантных белков, в том числе и медицинского назначения.

OPTIMIZATION OF CELL LINES GROWTH PARAMETERS OF SOME DICOTYLEDONOUS PLANTS CULTURED IN SUSPENSION CULTURE

A.A. Zagorskaya
Yu.V. Sidorchuk, Ph.D
E. V. Deineko, Ph.D, Prof.
Institute of Cytology and genetics, Siberian branch of RAS, Novosibirsk, Russia

Key words: Plant cell culture, biotechnology, transgenesis, agrobacterial transformation, recombinant protein, GFP.

Abstract. Seven species of dicotyledonous plants selected for their ability to accumulate high levels of total soluble protein in vegetative tissues were introduced into in vitro culture. To obtain an intensively growing

loose callus, suitable for the preparation of a suspension culture, nutrient media compositions were optimized and the morphogenetic reactions of various types of explants were evaluated. After screening for the ability of callus formation of seven species of dicotyledonous plants, it was established that fast-growing suspension lines can be obtained for the cells of three plant species – Nicotiana tabacum, Daucus carota, Amaranthus hypochondriacus, using the noted protocols of media and explant types. Based on the evaluation of the growth characteristics of the suspension cultures obtained from the calli of the three isolated plant species, it was established that all three cell lines analyzed were characterized by high viability and intensive biomass increment. The results of a comparative analysis of the growth of biomass in the three analyzed cell cultures revealed that the cell density increased most in the suspension culture of A. hypochondriacus. Using the reporter gfp-gene, the selected cell lines were evaluated for their ability to accumulate a recombinant protein. A direct correlation was observed between the accumulation of total soluble and recombinant proteins in the cells of the suspension culture. Cell cultures obtained on the basis of these plant species are of interest for biotechnology and will be used to create production lines for recombinant proteins, including medicinal products.

Для медицинских целей растения используются человеком уже многие тысячи лет. Однако на рубеже XXI в. с помощью методов генетической инженерии стало возможным создавать новые типы растений, в тканях которых могут синтезироваться и накапливаться белки из различных гетерологичных систем. Привлекательность растений в качестве систем экспрессии рекомбинантных фармацевтически ценных белков обеспечивается многими обстоятельствами. Прежде всего, в растительных тканях нет риска загрязнения рекомбинантного белка патогенами животного происхождения – вирусами и прионами. Растительные клетки обеспечивают правильную посттрансляционную модификацию рекомбинантного белка, характерную для эукариотических клеток [1].

Перспективной системой для биопroduкции рекомбинантных биофармацевтиков являются растительные клетки, культивируемые в биореакторах. Выращивание растительных клеток *in vitro* в контролируемых условиях позволяет обеспечивать клеточный рост и продукцию белка цикл за циклом в соответствии с требованиями GMP (Good Manufacturing Practice – надлежащая производственная практика). Новый этап в развитии данной технологической платформы был стимулирован появлением на рынке биофармацевтиков первого рекомбинантного белка талиглуциразы альфа, синтезированного в суспензионной культуре клеток моркови и используемого при лечении болезни Гоше [2].

В настоящее время на рынке биофармацевтиков насчитывается более 200 рекомбинантных белков, используемых для лечения и профилактики диабета, анемии, гепатита, некоторых видов рака, сердечно-сосудистых заболеваний и еще около 400 белков находятся в разработке. Большая часть биофармацевтиков синтезируются в куль-

турах бактерий и клеток млекопитающих. Так, например, около 60% рекомбинантных белков в США и Европе синтезируются в эукариотических системах экспрессии, из которых около 35% приходится на долю клеток китайского хомячка и 15% – на долю клеток дрожжей. Получение рекомбинантных белков в растительных системах экспрессии, в частности, в культуре растительных клеток, представляется перспективным в силу сниженной себестоимости такой продукции, безопасности и высокого качества синтезируемого рекомбинантного белка [3].

В настоящее время растительные клетки, культивируемые в биореакторах, используются в биофармацевтике в качестве сырья для получения вторичных метаболитов. Несмотря на перспективность применения растительных клеток для синтеза рекомбинантных белков, в том числе и медицинского назначения, в этой области все еще остается немало нерешенных проблем, наиболее важной среди которых является низкий уровень выхода рекомбинантного белка.

Наиболее известные растительные клеточные линии – биопroduценты рекомбинантных белков – представлены клетками табака (*Nicotiana tabacum*), такими, как линия ВУ-2 (*N. tabacum* cv. Bright Yellow 2) [4] и линия NT-1 (*N. tabacum*-1) [5]. Их отличают быстрый рост, синхронизация клеточного цикла, а также высокая восприимчивость к агробактериальной трансформации. Другие используемые клеточные линии получены в основном на основе съедобных видов растений: моркови, риса, сои, томатов [1, 6, 7]. Такие линии более предпочтительны для использования по сравнению с клеточными линиями табака по причине низкого уровня побочных продуктов и по соответствию нормативным требованиям. Таким образом, проблема поиска новых видов растений, на основе которых можно было бы создать кле-

точные суспензионные культуры-продуценты, характеризующиеся высокой скоростью роста и высокими показателями накопления рекомбинантных белков, является весьма актуальной для биотехнологии.

Цель настоящей работы состояла в получении суспензионных клеточных линий на основе некоторых видов двудольных растений, способных к максимально высокому накоплению рекомбинантных белков, для возможного использования в дальнейшем в качестве платформы для синтеза белков медицинского назначения. Для достижения поставленной цели необходимо было ввести в культуру *in vitro* некоторые виды двудольных растений, провести сравнительный анализ их способности к максимально высокой скорости пролиферации каллусов и оценить отобранные клеточные линии по синтезу рекомби-

нантного белка на примере модельной системы с применением репортерного гена, кодирующего зеленый флюоресцирующий белок.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве исходного материала для введения в культуру *in vitro* было использовано семь видов двудольных растений, отобранных на основании данных литературы о способности к накоплению высоких уровней общего растворимого белка (ОРБ) в вегетативных тканях. Как видно из данных табл. 1, род *Glycine* был представлен двумя видами: *G. soja* и *G. max*, причем вид *G. max* – шестью образцами. Предпочтение этому виду было отдано на основании высоких значений показателей ОРБ и соответственно его потенциальной привлекательности в качестве биопродукта для получения ре-

Таблица 1

Образцы двудольных растений, отобранные по содержанию общего растворимого белка в зеленой массе
Samples of dicotyledonous plants, selected for their content of total soluble protein in green mass

Вид растения	Образец	Происхождение	Содержание ОРБ, %	Источник литературы
<i>Glycine max</i>	Омская 4	ОмСХИ	18–22	[8]
	Гармония	ВНИИ сои		
	Заря	ВНИИ сои		
	Алтом	СибНИИСХ		
	СибНИИК-315	СибНИИ кормов		
	СибНИИСХоз-6	СибНИИ кормов		
<i>Glycine soja</i>	Крупноплодный мутант MD	ИЦиГ СО РАН		
<i>Medicago varia</i>	Клон 868	ИЦиГ СО РАН	≈ 20	[9]
<i>Lupinus angustifolius</i>	Сорт Кристалл	ИЦиГ СО РАН	16–18	[10]
<i>Amaranthus hypochondriacus</i>	Сорт Чергинский	ИЦиГ СО РАН	13–21	[11]
<i>Daucus carota</i>	Сорт Нантская 4	ВНИИССОК	9–11	[12]
<i>Nicotiana tabacum</i>	Линия SR1	ИЦиГ СО РАН	≈ 13	[13]

комбинантных белков в суспензионной культуре. Остальные отобранные для исследования виды были представлены единичными образцами.

Для индукции каллусогенеза и поддержания клеточных культур *in vitro* использовали стандартные среды MS [14] и B5 [15] и их модификации с сочетанием минеральных компонентов MS с витаминами по Гамборгу В-5 и дополненные регуляторами роста (табл. 2). В качестве эксплантов для индукции каллусов использовали котиленоны, гипокотили, эпикотили, семядольные узлы, семядоли, черешки, листья и зрелые зародыши семян.

Для получения клеточных суспензий фрагменты рыхлого каллуса (общей массой около 1,0 г),

сформировавшегося после 3–4 пассажей, перенесли в колбы с 50 мл жидкой среды того же состава, что и среда для поддержания каллуса. Для удаления крупных агрегатов суспензии фильтровали через нейлоновые фильтры. Колбы с клеточными культурами помещали на платформу орбитально-го шейкера S-3L (ELMI, Латвия) при 170 об/мин. Через каждые две недели проводили пассирование исследуемых клеточных культур на свежие среды того же состава. При переносе клеточных суспензий на свежие среды проводили отбор проб для оценки ростовых характеристик каждой культуры.

Суспензионные культуры амаранта культивировали на свету при интенсивности освещения

Таблица 2

Варианты сред и типы эксплантов, используемые для индукции каллусов из отобранных видов двудольных растений

The options of media and types of explants used for induction of calli from selected species of dicotyledonous plants

Виды растений	Типы эксплантов	Состав среды
<i>G. max</i>	Котиледоны, гипокотили, эпикотили, семядольные узлы, семядоли	MS +2 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +5 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +1 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП MS + вит. В-5 +40 мг/л 2,4-Д
<i>G. soja</i>	Котиледоны, гипокотили, эпикотили, семядольные узлы, семядоли	MS +2 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +5 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +1 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП
<i>M. varia</i>	Котиледоны, гипокотили	В-5+2 мг/л 2,4-Д; 2 мг/л кинетина В-5+8 мг/л 2,4-Д; 8 мг/л кинетина; 0,5 мг/л НУК MS +5 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина MS +8 мг/л 2,4-Д; 8 мг/л кинетина; 0,5 мг/л НУК
<i>A. hypochondriacus</i>	Котиледоны, гипокотили, эпикотили, листья	MS +1 мг/л 2,4-Д; 0,5 мг/л кинетина MS +2 мг/л 2,4-Д; 2 мг/л кинетина MS +5 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина В-5+8 мг/л 2,4-Д; 8 мг/л кинетина; 0,5 мг/л НУК MS +8 мг/л 2,4-Д; 8 мг/л кинетина; 0,5 мг/л НУК MS +1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП MS +1 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП
<i>L. angustifolius</i>	Котиледоны, гипокотили, эпикотили, семядольные узлы, листья	MS +1 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП
<i>D. carota</i>	Зрелые зародыши	MS +0,2 мг/л 2,4-Д; 0,2 мг/л кинетина
<i>N. tabacum</i>	Стеблевые диски, черешки, листья	MS +0,5 мг/л ИУК; 1 мг/л кинетина MS +1 мг/л ИУК; 0,1 мг/л кинетина MS +0,1 мг/л ИУК; 1,0 мг/л БАП MS +1 мг/л ИУК; 0,3 мг/л БАП

20 тыс. лк и 16-часовом фотопериоде. Клеточные культуры остальных исследуемых видов растений культивировали в темноте.

Ростовые характеристики исследуемых клеточных суспензий оценивали по ростовому индексу (РИ), который определяли как прирост сухой биомассы клеток по двум точкам – на 10-й и 15-й дни культивирования суспензии относительно сухой биомассы клеток, используемых для начала культивирования. Значения ростового индекса рассчитывали по формуле

$$РИ = \frac{X - Y}{Y},$$

где X – среднее значение сухой биомассы клеток на 10-й либо 15-й дни культивирования, мг;

Y – среднее значение сухой биомассы клеток, взятых до начала культивирования клеток в суспензии, мг.

Для определения содержания сухого вещества в анализируемых образцах клеточную биомассу высушивали при температуре 50–55° С до воздушно-сухого состояния.

Плотность клеток в суспензии отдельных образцов определяли по стандартной методике [16] с одновременной оценкой жизнеспособности клеток путем их окрашивания трипановым синим. Количество клеток оценивали в камере Фукса-Розенталя. Подсчеты числа клеток проводили на 10-й и 15-й дни культивирования *in vitro*.

Для сравнительного анализа исследуемых клеточных линий по способности к накоплению

рекомбинантного белка использовали модельную систему с применением репортерного гена *gfp*, кодирующего зеленый флуоресцентный белок. Для этого с применением созданной нами ранее генетической конструкции проводили агробактериальную трансформацию каллусов по собственной методике [17]. В качестве контроля использовали нетрансгенные клеточные линии растений соответствующих исследуемых видов.

Содержание общего белка измеряли по стандартной методике М. Брэдфорд [18]. Калибровочную кривую строили, используя раствор БСА в концентрации от 5 до 150 мкг/мл. Для количественного анализа белка использовали фотокориметр КФК-2МП. Оптическую плотность измеряли при длине волны 595 нм. Содержание белка GFP в экстрактах определяли на приборе Victor³1420 Multilabel Counter.

Детекцию свечения GFP-белка в клетках суспензионных культур трех отобранных видов растений проводили с использованием микроскопа Axioskop 2 Plus (ZEISS, ФРГ) на увеличениях 200× и 400×. Микроскопирование проводили в проходящем свете и фазовом контрасте с комплектом интерференционных фильтров фирмы ZEISS № 24. Регистрацию изображений проводили с использованием цветной CCD-камеры AxioCam HRC (ZEISS, ФРГ). Для детекции свечения GFP использовали свежий растительный материал после 6 недель культивирования на селективных средах с антибиотиком гигромицином (20 мг/л). Поскольку растительные клетки обладают автофлуоресценцией, то для выявления свечения GFP-белка использовали фильтры с возбуждающей длиной волны 450–490 и 460–480 нм и эмиссией ≥520 и 505–530 нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для изучения морфогенетического потенциала в условиях культивирования *in vitro* были взяты различные органы и ткани растений, выращенных в асептических условиях (*G. max*, *G. soja*, *M. varia*, *A. hypochondriacus*, *L. angustifolius*, *N. tabacum*) или подвергнутых стерилизации (*D. carota*). Для получения интенсивно пролиферирующих каллусных линий были использованы различные условия, активно влияющие на рост культур *in vitro*: трофические и фитогормональные компоненты питательной среды, освещенность, а также изучено влияние типа экспланта на реге-

нерационный потенциал в культуре *in vitro*. При визуальном анализе и оценке прироста каллусной массы по трехбалльной шкале были выявлены оптимальные составы сред и концентрации фитогормонов, обеспечивающие наибольший прирост биомассы каллусов, а также формирование рыхлого каллуса, пригодного для перевода его в суспензионную культуру.

Показано, что во всех вариантах сред при использовании всех видов эксплантов *G. max* и *G. soja* формировался плотный каллус, непригодный для перевода его в суспензию и отличающийся низкой скоростью пролиферации. Напротив, во всех вариантах сред и всех эксплантах *M. varia* развивался рыхлый быстро растущий каллус. Для дальнейшей работы был выбран вариант среды, приведенный в табл. 3, на которой рост каллуса был наиболее интенсивным.

Для *A. hypochondriacus* скорость роста и тип каллуса определялись только составом среды и не зависели от типа экспланта, из которого каллус был индуцирован.

Эксперименты с *L. angustifolius* показали, что морфогенетический ответ отсутствовал лишь у одного типа эксплантов (настоящие листья). На остальных эксплантах этого вида растения формировался рыхлый каллус, различающийся по скорости пролиферации в зависимости от состава среды.

Рыхлый тип каллуса, максимально пригодный для использования его в целях получения суспензионной культуры, был получен из зародышей зрелых семян моркови.

Наибольшим разнообразием морфогенетических реакций отличались разные типы эксплантов *N. tabacum*: на средах одного и того же состава было отмечено побегообразование, ризогенез и формирование рыхлого каллуса в зависимости от типа экспланта. Стеблевые диски, формирующие интенсивно растущий рыхлый каллус в варианте среды, приведенном в табл. 3, представляют интерес для дальнейшего использования в качестве эксплантов при создании клеточных линий *N. tabacum*.

Таким образом, в результате проведенного сравнительного анализа семи видов двудольных растений по способности к каллусообразованию были отобраны три вида растений (*N. tabacum*, *D. carota*, *A. hypochondriacus*), формирующие рыхлый, интенсивно пролиферирующий каллус, перспективный для создания суспензионной клеточной культуры.

Таблица 3

Состав сред и количество каллусов, индуцированных у различных видов растений
The medium composition and the number of calli induced from various plant species

Виды растений	Компоненты сред		Индуцировано каллусов
	базовая среда	регуляторы роста	
<i>G. max</i>	MS + вит. В-5	2 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина	1200
<i>G. soja</i>	MS + вит. В-5	40 мг/л 2,4-Д	280
<i>M. varia</i>	MS	5 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л кинетина	440
<i>A. hypochondriacus</i>	MS	1 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП	1020
<i>L. angustifolius</i>	MS	1 мг/л 2,4-Д; 1 мг/л ИУК; 1 мг/л БАП	750
<i>D. carota</i>	MS	0,2 мг/л 2,4-Д; 0,2 мг/л кинетина	1500
<i>N. tabacum</i>	MS	1 мг/л НУК; 0,1 мг/л кинетина	280

Важными показателями, отражающими потенциальные возможности суспензионной культуры как биопродукента, являются скорость роста суспензии (РИ), плотность клеток в объеме среды для культивирования и жизнеспособность клеток. Данные по этим параметрам для трех отобранных видов растений (*N. tabacum*, *D. carota*, *A. hypochondriacus*), формирующих рыхлый, интенсивно пролиферирующий каллус, представлены в табл. 4.

Как видно из представленных в табл. 4 данных, жизнеспособность клеток у трех анализируемых культур была достаточно высокой: от 73 (*N. tabacum*) до 79% (*D. carota*). По данным литературы [19], жизнеспособность клеточных суспензий с хорошими показателями роста составляет около 70%. Таким образом, все три анализируемые клеточные суспензии имеют высокий показатель жизнеспособности клеток.

Таблица 4

Плотность, жизнеспособность клеток и РИ анализируемых суспензионных культур
Density, cell viability and RI of the analyzed suspension cultures

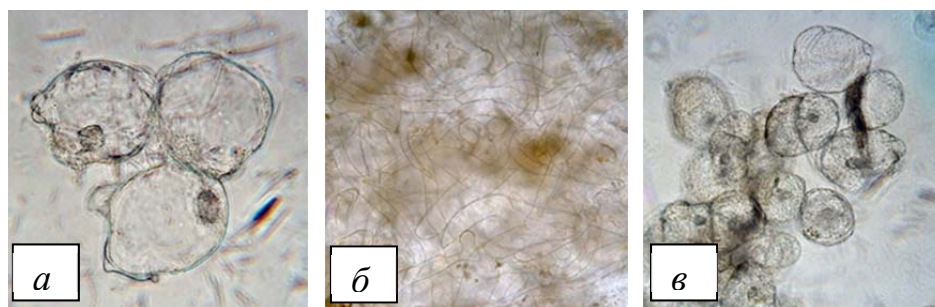
Культура	Плотность суспензии (число клеток в 1 мл суспензии)		Жизнеспособность клеток на 10-й день, %	РИ суспензии	
	10-й день	15-й день		10-й день	15-й день
<i>N. tabacum</i>	54300±4300	103541±7432	73,02± 3,41	3,6	4,4
<i>D. carota</i>	19100±1000	22300±1600	79,68 ± 4,12	3,6	5,2
<i>A. hypochondriacus</i>	14600±1600	79300±1800	76,24 ± 1,49	2,8	9,6

Интенсивный прирост биомассы наблюдался у всех трех анализируемых клеточных культур. Плотность клеток возрастала в наибольшей степени у *A. hypochondriacus* (в 5,4 раза). Для этого вида отмечен и наибольший прирост биомассы. Так, например, на 15-й день культивирования РИ клеток составил 9,6.

Известно, что при создании высокопродуктивных клеточных суспензий важно поддержание однородных по клеточному составу культур в гомогенном состоянии для равномерного их снабжения питательными веществами и кислородом. В связи с этим был проведен микроскопический анализ суспензионных культур клеток *N. tabacum*, *D. carota* и *A. hypochondriacus*. Установлено, что клеточные суспензии *D. carota* характеризовались значительной неоднородностью популяции клеток, состоящей из смеси клеток разного типа и размера с образованием клеточных агрегатов (рисунок, а). На долю мелких и средних клеток

округлой формы размером менее 50 мкм, наиболее предпочтительных в составе культивируемых клеточных суспензий, приходилось 38,2%.

В суспензионных культурах *A. hypochondriacus* не наблюдалось образования плотных клеточных агрегатов. Характерной особенностью клеточного состава суспензионных культур клеток этого вида растения было отсутствие группы мелких округлых клеток и преобладание (58,9%) крупных удлиненных клеток (см. рисунок, б), имеющих длину, равную в среднем 74,6±1,1 мкм. Такой клеточный состав суспензионной культуры не является удобным при создании высокопроизводительных культур, так как крупные удлиненные клетки вызывают реологические проблемы и проблемы перемешивания, оседают на дно и стенки реакционного сосуда, блокируя отверстия и функциональные блоки реактора, а кроме того, больше подвержены повреждениям при культивировании.



Микрофотографии суспензионных культур клеток:
а – *D. carota*; б – *A. hypochondriacus*; в – *N. tabacum*
Photomicrographs suspension cell cultures:
а – *D. carota*; б – *A. hypochondriacus*; the *N. tabacum*

Наибольшей однородностью отличалась суспензия клеток табака, состоящая из округлых клеток (см. рисунок, в) среднего (39,7%) или крупного (47,6%) размера и незначительного количества клеточных агрегатов.

Характер свечения белка GFP в клетках *D. carota* и *A. hypochondriacus*, полученных из суспензионных культур, не имел каких-либо отличий от свечения, детектируемого в клетках *N. tabacum*. Максимальная интенсивность сигнала GFP наблюдалась вокруг ядра и на периферии клеток. Это свидетельствовало о накоплении GFP-белка в клеточной цитоплазме, что особенно ярко проявлялось в сильно вакуолизованных клетках.

В табл. 5 представлены данные по содержанию белков (общего растворимого и рекомбинантного белка GFP) в экстрактах, выделенных из каллусных культур анализируемых видов растений.

Таблица 5

Содержание общего растворимого и рекомбинантного белков в экстрактах из каллусов исследуемых видов растений
Content of total soluble and recombinant proteins in extracts from the calli of the studied plant species

Каллусы	Содержание общего растворимого белка, мг/г сырой массы	Содержание рекомбинантного белка GFP, мкг/мл экстракта
<i>D. carota</i>	0,310 ± 0,025	0,0210±0,0001
<i>N. tabacum</i>	0,360 ± 0,042	0,0330±0,0002
<i>A. hypochondriacus</i>	1,010 ± 0,071	0,0450±0,0002

Представленные в табл. 5 данные показывают, что в каллусах *D. carota* и *N. tabacum* количество общего растворимого белка существенно не различалось и было равно 0,310 ± 0,025 и 0,360 ± 0,042 мг/г сырой массы соответственно. В каллусах *A. hypochondriacus* содержание белка втрое превышало данные значения и составляло 1,010

± 0,071 мг/г сырой массы. Содержание рекомбинантного белка GFP в клетках *D. carota* и *N. tabacum* также находилось примерно на одном уровне, а в клетках *A. hypochondriacus* было несколько выше и составляло 0,0450±0,0002 мкг/мл экстракта. Отмечена прямая корреляция между накоплением общего растворимого и рекомбинантного белков в клетках суспензионной культуры *A. hypochondriacus*.

Таким образом, на основании результатов, полученных при оценке семи видов двудольных растений по способности к каллусообразованию, установлено, что быстрорастущие суспензионные линии с применением вышеописанных протоколов сред и типов эксплантов могут быть получены для клеток трех видов растений – *D. carota*, *N. tabacum* и *A. hypochondriacus*. Клеточные культуры, полученные на основе этих видов растений, представляют в дальнейшем интерес для биотехнологии при создании линий-продуцентов рекомбинантных белков, в том числе и медицинского назначения.

ВЫВОДЫ

1. В результате скрининга различных типов эксплантов семи видов двудольных растений по индукции каллусообразования в культуре *in vitro* выделены три вида – *Nicotiana tabacum*, *Daucus carota* и *Amaranthus hypochondriacus*, способные к образованию рыхлого, интенсивно пролиферирующего каллуса, перспективного для получения быстрорастущих клеточных линий в условиях суспензионной культуры.

2. На основании оценки ростовых характеристик суспензионных культур, полученных из каллусов трех выделенных видов растений, установлено, что все три анализируемые клеточные линии характеризовались высокими показателя-

ми жизнеспособности (73–79%) и интенсивным приростом биомассы.

3. Результаты сравнительного анализа прироста биомассы у трех анализируемых клеточных культур показали, что в наибольшей степени плотность клеток возрастала в суспензионной культуре *A. hypochondriacus* (в 5,4 раза) с увеличением ростового индекса на 15-й день до 9,6.

4. С применением репортерного *gfp*-гена отобранные клеточные линии оценены по спо-

собности к накоплению рекомбинантного белка. Отмечена прямая корреляция между накоплением общего растворимого и рекомбинантного белков в клетках суспензионной культуры *A. hypochondriacus*.

Работа выполнена при поддержке бюджетного проекта «Генетические основы биотехнологий и биоинформатика» (№ 0324–2016–0008).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пермякова Н.В., Уварова Е.А., Дейнеко Е.В. Состояние исследований в области создания растительных вакцин ветеринарного назначения// Физиология растений. –2015. – Т. 62, № 1. – С. 28–44.
2. Large-scale production of pharmaceutical proteins in plant cell culture – the protalix experience / Y. Teokoah, A. Shulman, T. Kizhner [et al.] [Electronic resources] // Plant Biotechnology Journal. – 2015. – Vol. 13. – P. 1199–1208. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbi.12428/epdf>.
3. Persistence Market Research. Global Market Study on Biopharmaceuticals: Asia to Witness Highest Growth by 2020. – NY, 2015 [Electronic resources]. – URL: <http://www.persistencemarketresearch.com/market-research/biopharmaceutical-market.asp>.
4. Nagata T., Nemoto Y., Hasezawa S. Tobacco BY-2 cell line as the «HeLa» cell in the cell biology of higher plants// International Review of Cytology 132. – 1992. – P. 1–30.
5. Yang S.-T. Bioprocessing for Value-Added Products from Renewable Resources: New Technologies and Applications. – Elsevier, 2011. – 684 p.
6. Production of functional recombinant bovine trypsin in transgenic rice cell suspension cultures / N. S. Kim, H. Y. Yu, N. D. Chung [et al.] [Electronic resources] // Protein Expr Purif. – 2011. – Vol. 76. – P. 121–126. – URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1046592810002846>.
7. Identification and characterization of a heat-inducible ftsH gene from tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) / A. Q. Sun, S. Y. Yi., Yang J. Y. [et al.] // Plant Sci. – 2006. – Vol. 170. – P. 551–562.
8. Physical characteristics and nutritional composition of some new soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) genotypes / S. Sharma, M. Kaur, R. Goyal [et al.] // [Electronic resources] // J. Food Sci. Technol. – 2014. – Vol. 51, N 3. – P. 551–557. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3931876/>.
9. Горковенко Л. Г., Потехин С. А., Кондратьева Л. Ф. Рациональное использование протеина люцерны // Зоотехния. – 2010. – № 3. – С. 12–15.
10. Красовская А. В., Веремей Т. М. Сравнительное изучение зернобобовых культур в Западной Сибири// Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та. – 2010. – № 1 (25). – С. 14–17.
11. Antioxidant activity and nutritional assessment of under-utilized medicinal plants / A. A. Shad, J. Bakht, H. U. Shah [et al.] // Pak. J. Pharm. Sci. – 2016. – Vol. 29, N 6. – P. 2039–2045.
12. Quality of carrots as affected by pre- and postharvest factors and processing / R. Seljasen, H. L. Kristensen, C. Lauridsen [et al.] // Sci Food Agric. – 2013. – Vol. 93, N 11. – P. 2611–2626.
13. Optimisation of contained *Nicotiana tabacum* cultivation for the production of recombinant protein pharmaceuticals. / R. Colgan, C. J. Atkinson [et al.] // Transgenic Res. – 2010. – Vol. 19, N 2. – P. 241–256.
14. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures// Physiol Plantarum. –1962. – Vol. 15. – P. 473–497.
15. Gamborg O. L., Miller R. A., Ojima K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells// Exp. Cell Res. –1968. – Vol. 50. – P. 151–158.
16. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271 с.
17. Use of Transgenic Carrot Plants Producing Human Interleukin-18 for Modulation of Mouse Immune Reactions / U. V. Yakushenko, Yu. A. Hrapov, E. V. Deineko [et al.] // New research on Biotechnology and Medicine/ Eds.: A. M. Egorov, G. E. Zaikov. – Nova Science Publishers, NY, 2006. – 762 p.

18. Bradford M.M. A Rapid and Sensitive Method for the Quantitation of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-Dye Binding// *Anal. Biochem.* – 1976. – Vol. 72. – P. 248–254.
19. Мокроносов А. Т., Березенкова Р. А. Методика количественной оценки структуры и функциональной активности фотосинтезирующих тканей и органов// *Тр. по приклад. ботанике, генетике и селекции.* – 1978. – Т. 61, вып. 3. – С. 119–133.

REFERENCES

1. Permyakova N.V., Uvarova E.A., Deineko E.V., *Fiziologiya rastenii*, 2015, vol.62, No 1, pp.28–44. (In Russ.)
2. Tekoah Y., Shulman A., Kizhner T., Ruderfer I., Fux L., Nataf Y., Bartfeld D., Ariel T., Gingis-Velitski S., Hanania U., Shaaltiel Y. *Plant Biotechnology Journal*, 2015, Vol. 13, pp. 1199–1208. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbi.12428/epdf>
3. Persistence Market Research. Global Market Study on Biopharmaceuticals: Asia to Witness Highest Growth by 2020, NY, 2015. Available at: <http://www.persistencemarketresearch.com/market-research/biopharmaceutical-market.asp>
4. Nagata T., Nemoto Y., Hasezawa S. *International Review of Cytology*, vol. 132, 1992, pp. 1–30.
5. Yang S. – T. *Bioprocessing for Value-Added Products from Renewable Resources: New Technologies and Applications*, Elsevier, 2011, 684 p.
6. Kim N.S., Yu H.Y., Chung N.D., Shin Y.J., Kwon T.H., Yang M.S. *Protein Expr. Purif.*, 2011, vol. 76, pp. 121–126. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1046592810002846>
7. Sun A., Yi S., Yang J., Zhao Ch., Liu J., *Plant Sci.*, 2006, vol. 170, pp. 551–562.
8. Sharma S. Kaur M., Goyal R., Gill B.S.J. *Food Sci. Technol.*, 2014, vol. 51, No 3, pp. 551–557. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3931876>.
9. Gorkovenko L. G., Potekhin S. A., Kondrat'eva L. F. *Zootekhniya*, 2010, No 3, pp. 12–15. (In Russ.)
10. Krasovskaya A. V., Veremei T.M. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2010, No 1 (25), pp.14–16. (In Russ.)
11. Shad A. A., Bakht J., Shah H. U., Hayat Y. *Pak. J. Pharm. Sci.*, 2016, vol.29, No 6, pp. 2039–2045.
12. Seljasen R., Kristensen H. L., Lauridsen C. *Sci. Food Agric.*, 2013, vol. 93, No 11, pp. 2611–2626.
13. Colgan R., Atkinson C.J. *Transgenic Res.*, 2010, vol.19, No 2, pp. 241–256.
14. Murashige T., Skoog F. *Physiol Plantarum*, 1962, vol. 15, pp. 473–497.
15. Gamborg O.L., Miller R.A., Ojima K. *Exp. Cell Res.*, 1968, vol. 50, pp. 151–158.
16. Pausheva Z.P. *Praktikum po tsitologii rastenii*, Moscow, Agropromizdat, 1988, 271p. (In Russ.)
17. Yakushenko U.V., Hrapov Yu.A., Deineko E.V. Use of Transgenic Carrot Plants Producing Human Interleukin-18 for Modulation of Mouse Immune Reactions, *New research on Biotechnology and Medicine*, Nova Science Publishers, NY, 2006, 762 p.
18. Bradford M.M. *Anal. Biochem.*, 1976, vol. 72, pp. 248–254.
19. Mokronosov A. T., Berезenkova A. T. *Tr. po priklad. botanike, genetike i seleksii*, 1978, vol. 61, issue 3, pp. 119–133. (In Russ.)

УДК 575.21+575.22:636.4

ЗАВИСИМОСТЬ СПОСОБНОСТИ К ДОМИНИРОВАНИЮ САМЦОВ ВОДЯНОЙ ПОЛЁВКИ *ARVICOLA AMPHIBIOUS* L. ОТ ВЕЛИЧИНЫ ПОМЁТА ПРИ РОЖДЕНИИ

¹Г.Г. Назарова, доктор биологических наук

¹Л.П. Проскурняк, младший научный сотрудник

²М.О. Петрова, магистрант

^{2*}С.П. Князев, кандидат биологических наук

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН,
Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
E-mail: knyser@rambler.ru

Ключевые слова: водяная полёвка, социальное поведение, социальный статус, диадный тест, агрессивность, доминирование

Реферат. По сведениям литературы, агрессивность самцов водяной полёвки (*Arvicola amphibious* L., Rodentia, Cricetinae) зависит от сезона года и численности популяций. Вклад онтогенетических факторов в формирование агрессивного поведения не изучен. Нами проведены исследования влияния условий раннего постнатального развития на агрессивное поведение самцов водяной полёвки во взрослом состоянии и склонность к социальному доминированию широко апробированным методом – диадных тестов – в условиях вивария Института систематики и экологии животных СО РАН. Для оценки агрессивности разные авторы применяют диадные тесты различной продолжительности, от 5 до 30 мин, при этом в литературе отсутствует информация о целесообразности той или иной продолжительности теста. Она необходима для планирования экспериментов и разработки дизайнов тестов. В круглую арену диаметром 50 см попарно ссаживали самцов, затем в течение 10 мин проводили видеосъемку для регистрации поведения животных. В каждом тесте оценивали агрессивное и миролюбивое поведение зверьков в первую и во вторую половины теста для определения оптимальной продолжительности тестирования, достаточной для надежного определения уровня агрессивности и социального ранга животных. Результаты показали, что между поведением в первые и во вторые 5 мин 10-минутных тестов имеется достоверная положительная корреляция. Полученные данные свидетельствуют, что информация о поведении зверьков в первые 5 мин теста достаточна для оценки индивидуальных поведенческих особенностей особей в межсамцовых взаимодействиях. Результаты анализа склонности к социальному доминированию самцов с учётом условий их раннего постнатального развития показали, что с увеличением величины помётов, в которых родились и воспитывались тестированные самцы, доля особей, получивших ранг доминанта, повышается.

RELATION BETWEEN WATER VOLE *ARVICOLA AMPHIBIOUS* L. MALES AND LITTER

¹Nazarova G.G., Dr. of Biological Sc.

¹ Proskurniak L.P., Junior Research Fellow

² Petrova M.O., MSc-student

^{2*} Kniazev S.P., Candidate of Biology

¹Institute of Systematics and Ecology of Animals SD RAS, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: water vole, social behavior, social status, dyad test, aggression, dominance.

Abstract. Aggression of water vole males (*Arvicola amphibious* L., Rodentia, Cricetinae) depends on the season and the number of populations. The impact caused by ontogenetic factors in aggressive behavior is not investigated. The authors explored the influence of conditions of early post-natal development on aggressive behavior of water vole males and the tendency to social dominance in the conditions of the Institute of Systematics and Ecology of Animals SD RAS. The researchers used dyad tests of 5-30 minutes for the

experiment. The authors outline that there is no proof in scientific literature about the essence of any test duration. It is necessary for planning the experiment and design the test. The researchers placed water vole males in the space of 50 sm and recorded them during 10 minutes in order to register their behavior. They assessed aggressive and positive behavior of the animals in both parts of the experiment in order to define the appropriate test duration that would be sufficient for defining the degree of aggression and social rank of the animals. The authors observed positive correlation between animals' behavior in first 5 and 10 minutes of the test. The authors make conclusion that data received in first 5 minutes of the test is sufficient for assessment of individual behavior of males' interaction. The analysis results about the tendency of the water vole males to social dominance have shown that higher litter contributes to higher number of dominant males.

Водяная полёвка, *Arvicola amphibius* L. (Rodentia, Cricetinae), широко распространена в Европе и Азии. Она является важным элементом биоценоза и массовым вредителем полевых культур, древесной растительности и пастбищ. В Германии, например, 21–100% яблоневых садов повреждаются водяной полёвкой [1], при этом финансовые потери достигают 20 млн евро в год. Ущерб, причиняемый этими зверьками лесному хозяйству, оценивается там же в 1,41 млн евро ежегодно [2]. Особенно существенный вред водяная полёвка наносит всем культурам, возделываемым в поймах рек и в непосредственной близости от водоёмов. Вредит она также на пастбищах и сенокосах, в питомниках, на огородах и в местах хранения овощной продукции [3, 4]. Водяная полёвка – переносчик туляремии, омской геморрагической лихорадки, лептоспироза и других трансмиссивных заболеваний [3, 4].

В подтаежной и лесостепной зоне Западной Сибири численность водяной полёвки зависит от гидрологических условий и подвержена выраженным многолетним колебаниям. В период размножения (апрель – август) полёвки занимают околородные станции и питаются гидрофильной растительностью. Индивидуальные участки самцов имеют большую площадь, чем относительно обособленные территории самок, взаимно перекрываются между собой и с участками одной или нескольких самок [4]. Для маркировки территории самцы устраивают туалеты. Весной в моче самцов увеличивается содержание феромон-связывающего белка, с помощью которого они маркируют свои участки [3]. Во второй половине лета и осенью зверьки переселяются на луговые станции, где устраивают норы, в которых живут одиночно, запасают корм и перезимовывают [5], а весной сменяют зимовочные станции на околородные и пойменные.

Индивидуальное и социальное поведение самцов связано с сезоном года [6] и фазой популяционного цикла [7]. В период размножения конкуренция

между самцами за доступ к самкам сопровождается возрастанием уровня ранений. Самцы устанавливают между собой иерархические социальные отношения с помощью проявлений внутривидовой агрессии. При этом социальный ранг самцов положительно связан с массой органов их репродуктивной системы. Масса семенников и семенных пузырьков у агрессивных самцов выше, чем у миролюбивых [8]. Результаты полевых и лабораторных исследований свидетельствуют, что самцы-доминанты (более агрессивные) более успешны в размножении, чем субординанты (миролюбивые, уступающие агрессивным в иерархических отношениях) [9]. Интересен факт, что в фазу спада численности самцы темно-бурой окраски более агрессивны, чем бурые и черные [10].

Влияние условий раннего развития на формирование социального поведения самцов водяной полёвки не изучено. Согласно исследованиям последних лет, от качества материнского ухода, достатка пищевых ресурсов, сибсового окружения зависят эмоциональность, физическая активность, тревожность, агрессивность, когнитивные способности многих видов млекопитающих во взрослом состоянии [11]. У многоплодных млекопитающих время нахождения матери в гнезде, частота вылизывания ею детенышей находятся в обратной зависимости от величины помета [12]. У грызунов затраты на репродукцию растут с увеличением плодовитости, в связи с чем самки увеличивают потребление корма, но из-за существования физиологических ограничений возможности ассимиляции и передачи энергии потомству [13] масса детенышей отрицательно связана с величиной помета [14–16]. У водяной полёвки масса детенышей повышается с приростом жировых запасов, накапливаемых самками в период беременности [10, 17]. С величиной помета связан половой состав: в больших пометах преобладают самцы, в малых – самки [18]. До сих пор не исследовано, связана ли способность к социальному доминированию поло-

возрелых самцов водяной полёвки с условиями их раннего развития [19–24].

Это определило цель работы – проанализировать связь между склонностью к социальному доминированию, определяемой в диадных тестах на нейтральной арене, живой массой тестируемых самцов водяной полёвки и величиной пометов, в которых они были рождены и воспитывались.

Следует отметить, что разные авторы используют различную продолжительность тестирования самцов водяной полёвки при их попарном ссаживании на нейтральной территории: 30 мин [8], 10 мин [15], 5 мин [7]. При этом специального исследования вопроса о значении длительности диадного теста для корректной оценки частоты актов социального поведения и способности самцов к социальному доминированию ранее не проводилось. В связи с этим нами была поставлена также задача оценить поведение самцов в первую и вторую половину 10-минутного диадного теста и выяснить, коррелируют ли результаты, полученные в разные половины тестов. Мы выбрали именно такую длительность теста, так как, наблюдая за социальным поведением самцов более длительное время, заметили, что после 7–10 мин диадного теста самцы быстро привыкают друг к другу и перестают ярко демонстрировать поведенческие акты на арене. Меньшее же время не соответствовало поставленной задаче исследования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования явились половозрелые самцы водяных полёвок, родившиеся в виварии ИСиЭЖ СО РАН в 2014–2016 гг. Их поведение изучали в диадных тестах в январе – феврале 2017 г. Животных содержали индивидуально, в клетках с сеном в качестве подстилки (размером 48 x 25 x 25 см) при температуре 18–25 °С, естественном световом режиме, свободном доступе к воде и корму (морковь, зелень, распаренные злаки) [25].

Тесты проводили в одно и то же время суток: двух самцов полёвок помещали в предварительно обработанную 70%-м спиртом круглую арену диаметром 50 см, разделенную перегородкой на две равные части. Через 5 мин перегородку поднимали и вели видеозапись в течение 10 мин. При последующем просмотре подсчитывали число актов поведения, инициированных каждым самцом в первые и во вторые 5 мин 10-минутного теста.

Учитывали назо-назальные, назо-генитальные, назо-бодальные обнюхивания, прибли-

жение к партнеру, избегание контактов, оборонительные стойки, агрессивные выпады, атаки, драки, стук зубами, замирание, биение хвостом, близкие телесные контакты.

К агрессивным актам относили следующие: агрессивный выпад, атака, драка, стук зубами, расчесывание боковых желез и биение хвостом. На рис. 1 представлен пример агрессивного акта в диадном тесте.



Рис. 1. Пример агрессивного поведения самцов водяной полёвки

The example of aggressive behavior of water vole males

К ознакомительным актам относили назо-назальные, назо-генитальные и назо-бодальные обнюхивания, а также приближение к партнеру [11]. На рис. 2 представлен пример ознакомительного поведенческого акта в процессе тестирования.



Рис. 2. Пример ознакомительного поведения самцов водяной полёвки

The example of familiarizing behavior of water vole males

Ранг доминанта присваивали в тестируемой паре тому самцу, который продемонстрировал большее число агрессивных актов, а его оппонен-

ту – ранг субординанта [26]. Всего проведено 18 диадных тестов, в которых протестировали 36 половозрелых самцов в возрасте 1–3 года.

Несомненно, что о социальном поведении того или иного животного невозможно судить по отдельным поведенческим актам [10]. Адекватную характеристику поведения представляет комплекс связанных элементов поведения.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistika 6.1. Для оценки связи между поведенческими признаками использовали ранговый корреляционный анализ. Для сравнения долей применяли метод хи-квадрат, для определения достоверности различий – критерий Стьюдента. Уровень статистической значимости $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

После обработки результатов диадных тестов провели анализ зависимости социального поведения самцов от продолжительности теста.

Коэффициенты корреляции Спирмена между числом поведенческих актов, продемонстрированных в первые и вторые 5 мин 10-минутного теста, составили для элементов поведения:

Назо-назального обнюхивания	+0,70 ***
Назо-генитального обнюхивания	+0,81 ***
Назо-бодального обнюхивания	+0,71 ***
Приближения	+0,80 ***
Избегания	+0,67 ***
Оборонительной стойки	+0,77 ***
Выпада	+0,64 ***
Атаки	+0,63 ***
Драки	+0,64 ***
Стука зубами	+0,64 ***
Замирания	+0,53 **
Расчесывания боковых желез	+0,40 *
Биения хвостом	+0,69 ***

Все коэффициенты корреляции были статистически значимы ($*P < 0,05$; $**P < 0,01$; $***P < 0,001$), что указывает на возможность получения совпадающих результатов при проведении диадных тестов длительностью как 5, так и 10 мин. Полученный результат важен для обсуждения полученных результатов, сравнения их с литературными сведениями и планирования дизайнов следующих экспериментов.

Наши данные показывают равную информативность тестов продолжительностью и 5, и 10 мин. Это позволяет считать результаты иссле-

дования поведения пар самцов в течение 5 мин диадного теста адекватно информативными для определения социального статуса доминанта или субординанта.

Также проанализирована величина пометов, в которых родились исследованные самцы, в связи с их живой массой на период тестирования и определенным социальным статусом. В таблице приведены показатели многочисленности помётов, в которых родились исследованные самцы, число тестируемых самцов в каждой из выделенных по размеру помета групп и доля доминантов среди них.

Доля самцов-доминантов в зависимости от величины пометов, в которых они родились
The part of dominant males in relation to amount of litter when they were born

Величина помета	Число самцов	Доля доминантов, %
4 и меньше	8	0
5	13	61,54
6	10	40,00
7	5	60,00
		$\chi^2 = 8,53, df = 3, P < 0,05$

Анализ результатов, представленных в таблице, свидетельствует о статистически достоверной связи между способностью самцов водяной полёвки к социальному доминированию и величиной пометов, в которых они родились: $\chi^2 = 8,53, df = 3, P < 0,05$. Самцы из больших пометов (с пятью и более детенышами) чаще становились доминантами, чем из малых (с четырьмя и менее детенышами). Средняя величина помета при рождении у доминантов – $5,67 \pm 0,21$, у субординантов – $4,76 \pm 0,33$ ($t = 2,10, df = 34, P < 0,05$).

Не выявлено достоверных различий между средней живой массой самцов-доминантов ($99,43 \pm 9,03$ г) и средней массой самцов-субординантов ($107,45 \pm 7,88$ г).

Таким образом, результаты проведенных экспериментов с использованием диадных тестов, выполненных в условиях вивария в конце зимнего периода, накануне начала сезона размножения, показали, что для определения социального статуса половозрелых самцов водяной полёвки 5-минутная продолжительность диадных тестов является обоснованной и информативной. Выяснено также, что величина пометов, в которых родились и выращивались эти самцы, обуславливает

в дальнейшем их склонность к социальному доминированию.

ВЫВОДЫ

1. Для оценки социального поведения самцов водяной полёвки и их способности к доминированию достаточно проводить диадный тест длительностью 5 мин, так как их поведение устойчиво на протяжении и более длительного теста: частоты различных поведенческих актов, зарегистриро-

ванных в первые 5 мин, положительно коррелируют с оцененными в следующие 5 мин 10-минутного теста.

2. Не выявлено достоверных различий между склонностью к доминированию у самцов с разной массой тела.

3. Склонность самцов водяной полёвки к социальному доминированию зависит от величины помётов, в которых они родились: особи из больших помётов чаще становятся доминантами, чем из малых.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *How expensive is vole damage?* / B. Walther, O. Fülling, J. Malevez, H.-J. Pelz // Int. Conf. on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 18–20 Feb. 2008, Weinsberg. – 2008. – P. 330–335.
2. *Jacob J., Tkadlec E. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage* // In: *Rodent Outbreaks – Ecology and Impacts* / G.R. Singleton, S. Belmain, P.R. Brown, B. Hardy (eds.). International Rice Research Institute. – Los Banos, Philippines, 2010. – P. 207–223.
3. *Влияние гидрологических условий на внутривидовую конкуренцию, структуру поселений и воспроизводство у водяной полёвки *Arvicola terrestris** / В. Ю. Музыка, Г. Г. Назарова, М. А. Потапов [и др.] // Сиб. экол. журн. – 2010. – № 5. – С. 827–833.
4. *Назарова Г. Г., Проскурняк Л. П. Содержание белка в моче самцов и самок водяной полёвки в период весеннего роста и полового созревания* // Журн. эволюцион. биохимии и физиологии. – 2012. – Т. 48, № 6. – С. 593–596.
5. *Водяная полёвка. Образ вида* / П. А. Пантелеев (ред.). – М.: Наука, 2001. – 527 с.
6. *The effect of winter food stores on body mass and winter survival of water voles, *Arvicola terrestris*, in Western Siberia: the implications for population dynamics* / М. А. Potapov, V. G. Rogov, L. E. Ovchinnikova [et al.] // *Folia Zool.* – 2004. – Vol. 53 (1). – P. 37–46.
7. *Социальное поведение самцов водяной полёвки *Arvicola amphibius* L. в зимний и весенний сезоны* / Г. Г. Назарова, С. П. Князев, К. И. Старченко, А. В. Ульшина // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 3 (40). – С. 84–91.
8. *Евсиков В. И., Назарова Г. Г., Потапов М. А. Генетико-экологический мониторинг циклирующей популяции водяной полёвки (*Arvicola terrestris* L.) на юге Западной Сибири* // Генетика. – 1997. – Т. 33, № 8. – С. 1133–1143.
9. *Плюснин Ю. М., Евсиков В. И., Потапов М. А. Изменение этологической структуры популяции водяной полёвки в динамике численности* // Экология популяций. – М., 1988. – Ч. 1. – С. 142–144.
10. *Исаева Э. В., Князев С. П., Назарова Г. Г. Масса органов репродуктивной системы у половозрелых самцов водяной полёвки разного социального статуса* // Вестн. НГАУ. – 2012. – № 1 (22). – С. 53–57.
11. *Cox K. H., So N. L. T., Rissman E. F. Toward understanding how early-life social experiences alter oxytocin- and vasopressin-regulated social behaviors* // *Horm Behav.* – 2013. – Vol. 61. – P. 304–312.
12. *Litter size affects emotionality in adult male rats* / E. Dimitsantos, R. M. Escorihuela, S. Fuentes [et al.] // *Physiology & Behavior.* – 2007. – Vol. 92. – P. 708–716.
13. *Sikes R. S. Unit pricing: economics and the evolution of litter size* // *Evol. Ecol.* – 1998. – Vol. 12. – P. 179–190.
14. *Евсиков В. И., Назарова Г. Г., Потапов М. А. Половой отбор и роль внутрисемейных отношений в реализации адаптивного потенциала млекопитающих* // Успехи современной биологии. – 2014. – Т. 134, № 4. – С. 323–338.
15. *Миролубивое и агрессивное поведение как факторы формирования видоспецифических семейно-групповых отношений у грызунов* / М. А. Потапов, П. А. Задубровский, И. В. Задубровская [и др.] // Докл. Акад. наук. – 2014. – Т. 454, № 4. – С. 491.

16. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Влияние метаболических ресурсов в период беременности у водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) на вторичное соотношение полов // Зоол. журн. – 2004. – Т. 83, № 12. – С. 1488–1494.
17. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Наследуемая по материнской линии способность накапливать жировые резервы в период беременности повышает жизнеспособность и репродуктивный потенциал дочерей (на примере водяной полевки, *Arvicola amphibius*) // Докл. Акад. наук. – 2012. – Т. 445, № 6. – С. 704.
18. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Влияние физического состояния матери в период беременности и лактации на постнатальный рост и репродуктивный успех потомков у водяной полевки (*Arvicola terrestris* L.) // Онтогенез. – 2008. – Т. 39, № 2. – С. 125–133.
19. Южик Е.И., Проскурняк Л.П., Назарова Г.Г. Динамика морфофизиологических показателей самок водяной полевки (*Arvicola amphibius* L.) в период беременности // Журн. эволюцион. биохимии и физиологии. – 2013. – Т. 49, № 4. – С. 290–295.
20. Генетические компоненты массы новорождённых у двух видов многоплодных млекопитающих / Г.Г. Назарова, Л.П. Проскурняк, С.П. Князев, С.В. Никитин // Научное обозрение. – 2015. – № 20 (октябрь). – С. 26–36.
21. Никитин С.В., Князев С.П., Ермолаев В.И. Вариация массы новорожденной особи у домашних свиней и процесс адаптации // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 263–278.
22. Nazarova G. G., Knyazev S. P., Nikitin S. V. A comparative study on the genetic basis of birth weight in Water Vole and Domestic Pig // Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics: International Symposium. Vladivostok – Vostok Marine Station, September 1–10, 2015: Program and Abstracts. – Vladivostok, 2015. – P. 46.
23. Южик Е.И., Проскурняк Л.П., Назарова Г.Г. Корреляции репродуктивных показателей самок водяной полевки (*Arvicola amphibius*) с морфометрическими и гормональными характеристиками // Журн. эволюцион. биохимии и физиологии. – 2015. – Т. 51, № 2. – С. 122–126.
24. Nazarova G. G. Influence of seasonal, ontogenic and genetic factors on variability of life span in male and female water vole (*Arvicola amphibius*) // Genetics of Aging and Longevity: Abstracts of reports of 2nd International Conference. – Moscow, 2012. – P. 64.
25. Назарова Г.Г., Евсиков В.И. Скорость роста, репродуктивная способность и выживаемость в условиях вивария водяных полевок, изъятых из природной популяции в разные фазы цикла численности // Экология. – 2010. – № 4. – С. 287–291.
26. Nazarova G. G., Evsikov V. I. The evolutionary ecology of animal fertility: The fitness of progeny is determined by their prenatal development (according to the example of the European water vole, *Arvicola terrestris* L.) // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2012. – Vol. 2. – P. 23–28.

REFERENCES

1. Walther B., Fülling O., Malevez J., Pelz H. – J. How expensive is vole damage? Int. Conf. on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, 18–20 Feb. 2008, Weinsberg, pp. 330–335.
2. Jacob J., Tkadlec E. Rodent outbreaks in Europe: dynamics and damage, In «Rodent Outbreaks – Ecology and Impacts», Singleton G. R., Belmain S., Brown P. R., Hardy B. (eds.), International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 2010, pp. 207–223.
3. Muzyka V. Ju., Nazarova G. G., Potapov M. A., *Sibirskij jekologicheskij zhurnal*, 2010, No. 5, pp. 827–833. (In Russ.)
4. Nazarova G. G., Proskurnjak L. P., *Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2012, No. 6 (48), pp. 593–596. (In Russ.)
5. Panteleev P. A., *Vodjanaja polevka. Obraz vida* (Water vole. The shape of species), Moscow, Nauka, 2001, 527 pp.
6. Potapov M. A., Rogov V. G., Ovchinnikova L. E., Muzyka V. Yu., Potapova O. F., Bragin A. V., Evsikov V. I., *Folia Zool.*, 2004, No. 1 (53), pp. 37–46.

7. Nazarova G.G., Knjazev S.P., Starchenko K.I., Ul'shina A.V., *Vestnik NGAU*, 2016, No. 3 (40), pp. 84–91. (In Russ.)
8. Evsikov V.I., Nazarova G.G., Potapov M.A., *Genetika*, 1997, No. 8 (33), pp. 1133–1143. (In Russ.)
9. Pljusnin Ju.M., Evsikov V.I., Potapov M.A., *Jekologija populjacij*. (Ecology of Populations), Moscow, 1988, pp. 142–144.
10. Isaeva Je.V., Knjazev S.P., Nazarova G.G., *Vestnik NGAU*, 2012, No. 1 (22), pp. 53–57. (In Russ.)
11. Cox K.H., So N.L.T., Rissman E.F., *Horm Behav.*, 2013, Vol. 61, pp. 304–312.
12. Dimitsantos E., Escorihuela R.M., Fuentes S. Armario A., Nadal R., *Physiology & Behavior*, 2007, Vol. 92, pp. 708–716.
13. Sikes R.S. *Evol. Ecol.*, 1998, Vol. 12 pp. 179–190.
14. Evsikov V.I., Nazarova G.G., Potapov M.A., *Uspehi sovremennoj biologii*, 2014, No. 4 (134), pp. 323–338. (In Russ.)
15. Potapov M.A., Zadubrovskij P.A., Zadubrovskaja I.V., Potapova O.F., Evsikov V.I., *Doklady Akademii nauk*, 2014, No. 4 (454), pp. 491. (In Russ.)
16. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Zoologicheskij zhurnal*, 2004, No. 12 (83), pp. 1488–1494. (In Russ.)
17. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Doklady Akademii nauk*, 2012, No. 6 (445), p. 704. (In Russ.)
18. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Ontogenez*, 2008, No. 2 (39), pp. 125–133. (In Russ.)
19. Juzhik E.I., Proskurnjak L.P., Nazarova G.G., *Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2013, No. 4 (49), pp. 290–295. (In Russ.)
20. Nazarova G.G., Proskurnjak L.P., Knjazev S.P., Nikitin S.V., *Nauchnoe obozrenie*, 2015, No. 20, pp. 26–36. (In Russ.)
21. Nikitin S.V., Knjazev S.P., Ermolaev V.I., *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2014, No. 2 (18), pp. 263–278. (In Russ.)
22. Nazarova G.G., Knyazev S.P., Nikitin S.V. *Modern Achievements in Population, Evolutionary, and Ecological Genetics: International Symposium, Vladivostok, September 1–10, 2015: Program and Abstracts, Vladivostok, 2015*, p. 46.
23. Juzhik E.I., Proskurnjak L.P., Nazarova G.G., *Zhurnal jevoljucionnoj biohimii i fiziologii*, 2015, No. 2 (51), pp. 122–126. (In Russ.)
24. Nazarova G.G. Genetics of Aging and Longevity: Abstracts of reports of 2nd International Conference, Moscow, 2012, p. 64.
25. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Jekologija*, 2010, No. 4, pp. 287–291. (In Russ.)
26. Nazarova G.G., Evsikov V.I., *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2012, Vol. 2, pp. 23–28.

УДК 57.084.1

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА
В ИЗУЧЕНИИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
ДЛЯ ЛИЧИНОК *GALLERIA MELLONELLA***

А. С. Осокина, кандидат биологических наук
Л. М. Колбина, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
А. В. Гущин, научный сотрудник

Удмуртский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства, Ижевск, Россия

E-mail: ryzhova041@rambler.ru

Ключевые слова: состав корма, заселенность, скорость биологического развития, привлекательность корма, математическое планирование эксперимента, статистический анализ, питательная среда

Реферат. *Выполнена серия опытов по изучению влияния компонентов питательной среды на предпочтения в выборе корма личинками *Galleria mellonella* с применением методов математического планирования эксперимента. Реализован линейный план 2^{9-5} для вычисления коэффициентов уравнения регрессии, определены коэффициенты уравнения регрессии с учетом компенсации пространственного рассеивающего фактора. Для снижения дисперсии опыта и повышения статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии все опыты производились одновременно в одном объеме. Выявлена закономерность распределения усредненной заселенности личинками корма в объеме. В центре средняя концентрация личинок оказалась значимо меньше, чем на краях объема. Выявлено, что на положение личинок в пространстве влияет их концентрация, которая многократно больше, чем влияние $\pm 10\%$ варьирования компонентов в составе корма. Для количественной оценки пространственного распределения личинок по их концентрациям предложены четыре гипотезы выбора аппроксимирующей функции: гипотеза среднего уровня; медианная гипотеза; гипотеза фактора, усиливающего концентрацию личинок на краях, и гипотеза уменьшения концентрации личинок в центре. Исходя из них, определены опорные уровни, на основе которых пересчитывались экспериментальные данные для уменьшения дисперсии опыта. Произведена кусочно-линейная аппроксимация экспериментальных результатов объемного распределения личинок и рассчитаны компенсационные коэффициенты. В качестве критерия отбора гипотез использовался минимум суммы квадрата отклонений. В соответствии с ним оптимальной оказалась гипотеза наличия фактора, который увеличивает концентрацию личинок по краям вдоль продольной оси объема, где выращивались личинки. В соответствии с произведенными по этой гипотезе вычислениями концентрация личинок на краях объема была больше в 2,15 раза по сравнению с центром, а дисперсия опыта в результате пересчета результатов снизилась в 3,7 раза, что говорит о значимости влияния пространственного распределения концентрации личинок на результаты.*

**MATHEMATICAL PLANNING OF THE EXPERIMENT IN STUDYING
THE ENVIRONMENT FOR *GALLERIA MELLONELLA* LARVAE**

Osokina A.S., Candidate of Biology
Kolbina L.M., Dr. of Agricultural Sc., Associate Professor
Gushchin A.V., Research Fellow
Udmurtian Research Institute of Agriculture
Izhevsk, Russia

Key words: feed composition, habitance, population density, speed of biological development, attractiveness of the feed, mathematical planning of the experiment, statistical analysis, growing medium.

Abstract. The paper describe the experiments in studying the impact of growing medium components on feed preferences of *Galleria mellonella* larvae. The researchers used the methods of mathematical planning of the experiment. The research group carried out the linear plan 29-5 for calculating the coefficients of regression equation taking into account compensation of spatial scattering factor. The experiments were carried out in the same manner in order to reduce dispersion and increase statistical significance of regression equation coefficients. The authors found out the regularity of average density of feed larvae. The average concentration of larvae was rather less in the centre than in the edges of content. Larvae concentration influences their position in the content as their number is much higher than their impact of variation ($\pm 10\%$) in the feed composition. The paper suggests 4 hypotheses of choosing the approximating function: hypothesis of average level; median hypothesis; factor hypothesis, that enhances larvae concentration on the edges; and hypothesis of reducing concentration of larvae in the centre of the content. On the basis of the hypotheses the authors define reference level and calculate experimental data for reducing the experiment dispersion. The researchers provided piecewise line approximation of experimental results and calculated compensation coefficients. Minimum sum of squared deviations was used as a criterion of choosing hypotheses. The appropriate hypothesis assumed the factor which enhances larvae concentration on the edges along the axial axis of the content where the larvae were grown. The concentration of larvae on the edges was 2.15 times higher in comparison with that in the centre; experiment dispersion was 3.7 reduced as a result of recalculation. This speaks about the significance of impact produced by spatial distribution of larvae concentration.

На сегодняшний день математическое планирование эксперимента широко используется в разных отраслях – пищевой [1], приборостроительной [2], в отрасли биотехнологии [3–5] и фармакологии [6].

Личинки большой восковой моли (ЛБВМ) *Galleria mellonella* широко используются как корм для рыб и птиц, в качестве хозяина для разведения энтомофагов, сырье для лечебных препаратов и т.д. Для промышленного разведения ЛБВМ по экономическим соображениям целесообразно разведение их на искусственных питательных средах. Существует множество диет для кормления личинок *Galleria mellonella* [7–10], но сравнительная привлекательность этих диет не исследовалась. Кроме того, как выяснилось [11], на рост личинок ЛБВМ влияют не только факторы питания, но и геометрические факторы среды, в которой они обитают. Если дать возможность личинкам перемещаться в пространстве, то они выберут место для своего развития, наиболее благоприятствующее их потребностям, например, выберут корм, который им наиболее подходит, а также место, благоприятное для них исходя из других существенных факторов обитания.

Для повышения эффективности исследований влияния компонентов питательных сред на их привлекательность для личинок использовался метод математического планирования эксперимента [12–14], успешно используемый и в энтомологии [12]. Благодаря такому подходу на основании ограниченного количества опытов возмож-

но получить экспериментальную зависимость выходного параметра от входных факторов.

Цель исследований – выявить влияние условий выращивания и состава питательной среды на ее привлекательность для личинок *Galleria mellonella*.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – личинки большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.). Работа проводилась в лабораторных условиях ФГБНУ Удмуртский НИИСХ. Личинки *Galleria mellonella* содержались в запатентованном нами устройстве «Молярый» [15] при постоянной температуре $30 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности 65–70% в полной темноте в ёмкости объемом 7 л. Исследования проводились согласно «Методическим рекомендациям по лабораторному содержанию и разведению большой восковой огневки *Galleria mellonella* L.» [8].

Для проведения эксперимента использовался план 2^{9-5} , т.е. дробный факторный эксперимент, в котором производилось варьирование девяти факторов – компонентов корма. За основу брали матрицу полного факторного эксперимента 2^4 , а коэффициенты при взаимодействии трех и более факторов принимались малозначимыми и заменялись дополнительными факторами (X_5, X_6, X_7, X_8, X_9). Подробно методика проведения эксперимента описана ранее [11], так как исследуемый параметр – заселенность личинками

ЛБВМ экспериментальных пластин с кормом – был одним из измеряемых параметров наряду с массой личинок, результаты экспериментальных исследований которых приведены в [11]. Соответственно входные факторы имеют обозначения X_1 – пшеничная мука, X_2 – отруби, X_3 – пашенные вытопки, X_4 – глицерин, X_5 – сухие дрожжи, X_6 – сухое молоко, X_7 – кукурузная мука, X_8 – растительное масло, X_9 – мед. При этом входные факторы варьировали на величину $\pm 10\%$ относительно средней точки.

Так как измерение заселенности пластин наряду с приростом массы личинок было частью опыта, описанного в [11], и отличалось только тем, что параллельно измерялся другой параметр – заселенность пластин с кормом, то, естественно, все условия проведения эксперимента являются теми же, что и в [11].

Полученные данные подвергались статистической обработке с целью проверки достоверности результатов.

Оценка воспроизводимости опыта и пригодности их для дальнейшего анализа производилась по критерию Кохрена:

$$G_{кр} \geq \frac{(S_o \max)^2}{\sum_{i=1}^{16} (S_{o_i})^2}, \quad (1)$$

где $G_{кр}$ – табличное критическое значение критерия Кохрена. Для нашего случая с вероятностью риска ошибки 0,05 критическое значение коэффициента Кохрена составляет 0,33;

$S_o \max$ – значение максимального квадрата отклонения для каждой серии повторных опытов, выбранного из 16 опытов реализации матрицы;

S_{o_i} – среднеквадратические отклонения повторных опытов.

Проверка коэффициентов на значимость и отсеивание производилась по критерию Стьюдента:

$$b_i \geq t_{кр} S b_i; \quad b_{i,j} \geq t_{кр} S b_{i,j}, \quad (2)$$

где $t_{кр}$ – критическое табличное значение критерия Стьюдента для значения риска 0,05 и числа степеней свободы f :

$$f = N(n - 1). \quad (3)$$

Для данного случая $f = 32$, поскольку $N = 16$, а $n = 3$ (количество повторностей). Табличное значение критерия Стьюдента составит 2,0.

Дисперсия коэффициента регрессии вычисляется по формуле

$$(S b_{i,m})^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{m=1}^n (Y_{i,m} - Y_{э,ср_i})^2 / Nn(n - 1). \quad (4)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Усредненные значения количества личинок по образцам как результат реализации матрицы планирования экспериментов $Y_{э,j,i}$ показаны в табл. 1.

Номер опыта в табл. 1 соответствует номеру серии опытов, а номер повторности – номеру по-

Таблица 1

Результаты реализации матрицы планирования эксперимента по заселенности пластин с питательной средой при выращивании личинок *Galleria mellonella*
The results of the implementation of the matrix of experiment planning by population plates with a nutrient medium for cultivation of larvae of *Galleria mellonella*

Показатель	Номер повторности	Номер опыта							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Заселенность личинками $Y_{э,j,i}$	1	25	24	15	7	13	5	63	21
	2	5	5	9	8	4	15	4	4
	3	2	41	0	12	22	5	7	42
Номер пластины	1	11	10	9	12	12	12	11	12
	2	7	5	7	8	6	7	8	8
	3	4	1	3	4	3	2	1	4
Окончание табл. 1									
1	2	11	12	13	14	15	16	17	18
Заселенность личинками $Y_{э,j,i}$	1	21	1	35	11	7	20	19	4
	2	4	5	4	5	21	17	22	3
	3	18	0	35	21	10	34	20	20
Номер пластины	1	9	10	9	10	11	11	10	9
	2	6	5	8	7	6	5	5	6
	3	3	3	1	2	4	2	1	2

вторения опыта в серии. В табл. 1 также показаны номера решеток, где располагались опытные образцы, по которым можно судить об их пространственном расположении.

Значение критерия Кохрена, вычисленное по формуле (1), заселенности образцов личинками получилось $0,38 \geq G_{кр}$, т.е. по статистическому критерию Кохрена результаты не являются воспроизводимыми. В таком случае вычислять коэффициенты в уравнении регрессии не имеет смысла, поскольку модель статистически недостоверна. Для того, чтобы полученные результаты стали удовлетворять критерию Кохрена, необходимо уменьшить дисперсию опыта.

Все опыты производились одновременно, в одном термостатированном объеме, поэтому факторы времени и неоднородности температуры внутри экспериментального объема можно исключить. Таким образом, необходимо проверить неоднородность результатов эксперимента в рабочем объеме, в котором содержались личинки *Galleria mellonella*. Для этой проверки построен график распределения заселенности ЛБВМ по номерам решеток $Y_{п.ср_g}$ (рис. 1).

На рис. 1 видно, что в центральной части кассеты заселенность образцов пластин личинками почти в 3 раза меньше, чем по краям, т.е. имеет место рассеивающий фактор, приводящий к повышенной дисперсии опыта.

Для того чтобы произвести компенсацию влияния рассеивающего пространственного фактора и уменьшить дисперсию опыта, необходимо найти корректирующие коэффициенты, которые корректируют неоднородные свойства экспериментального объема, где выращивались личинки.

Элементы данного пространства связаны с номерами решеток. Для нахождения этих корректирующих коэффициентов для решетчатых пластин с кормом они разбиваются на три равные зоны, и в пределах каждой из этих зон производится усреднение. После этого производится определение опорного уровня, относительно которого вычисляются корректирующие коэффициенты.

Опорный уровень выбирается, как и в [5], исходя из одной из четырех гипотез. В общем случае гипотезы, выбираемые для аппроксимации, не обязательно должны совпадать для случая роста личинок в [5] и привлекательности их расположения или корма.

1. Гипотеза среднего уровня, когда производят усреднение по всем решеткам и относительно этого уровня находят компенсирующие коэффициенты.

2. Гипотеза медианного уровня, который соответствует середине между средней величиной заселенности образцов личинками крайних зон и средней величиной заселенности образцов личинками центральной зоны.

3. Гипотеза существования фактора, усиливающего биологический эффект на краях, т.е. компенсационные коэффициенты должны уменьшать усредненные значения заселенности личинками в крайних зонах до характерного значения заселенности личинками для серединной зоны.

4. Гипотеза существования фактора, ослабляющего биологический эффект в центре, т.е. компенсационные коэффициенты должны увеличивать средние значения заселенности в центре до уровня, характерного для крайних зон.

Поиск компенсирующих коэффициентов аналогичен поиску аппроксимирующей функ-

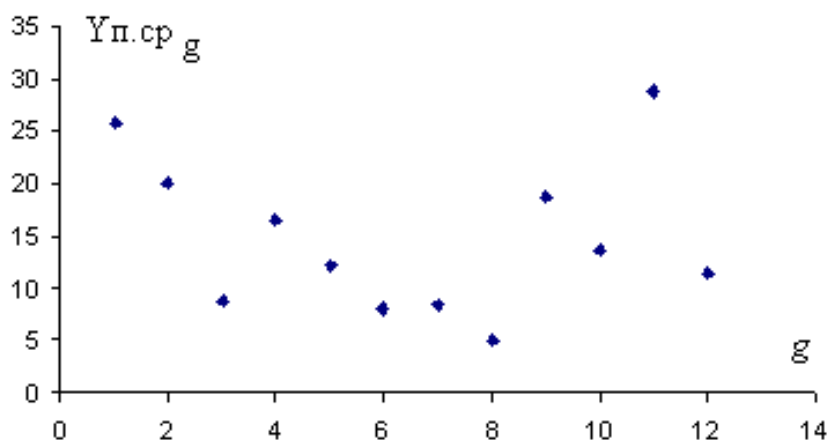


Рис. 1. График распределения усредненного заселения образцов личинок *Galleria mellonella* $Y_{п.ср_g}$ по решеткам в зависимости от номера решетки g
Distribution figure of the average settling samples *Galleria mellonella* $Y_{п.ср_g}$ gratings depending on the number grid g

ции, наиболее точно описывающей множество экспериментальных точек (рис. 2). В данном случае простейшей аппроксимирующей функцией будет ступенчатая функция. Высота крайних ступенек соответствует среднему значению заселенности личинками пластин с питательной средой на краях, а высота центральной ступеньки соответствует среднему значению заселенности

пластин с питательной средой личинками в центре. Каждая из трех выделенных зон содержит по четыре решетки.

На рис. 2 показана аппроксимирующая функция и положение опорных уровней. В соответствии с этим аппроксимирующие функции имеют следующий вид:

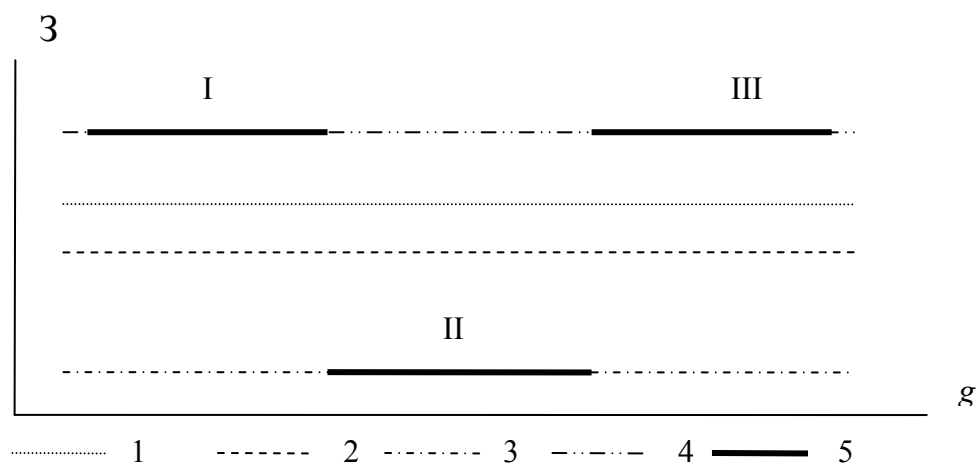


Рис. 2. Иллюстрация гипотез аппроксимации полученных результатов:

1 – опорная линия для гипотезы о среднем уровне; 2 – опорная линия для медианной гипотезы; 3 – опорная линия для гипотезы действия усиливающего фактора; 4 – опорная линия для гипотезы ослабляющего фактора; 5 – аппроксимирующая функция для зон I, II и III; g – номер решетки; 3 – усредненные показатели заселенности пластин с питательной средой

Illustration of hypotheses of results approximation:

1 – baseline for hypothesis of average level; 2 – baseline for median hypothesis; 3 – baseline for hypothesis about enhancing factor; 4 – baseline for hypothesis of weakening factor; 5 – approximating function for I, II and III zones; g – the number of grid; 3 – average parameters of plate density with growing medium

$$Y_{a_g^q} = \begin{cases} Y_{o_g^q} K_1^q & \text{для } 4 \geq g \geq 1 \\ Y_{o_g^q} K_2^q & \text{для } 8 \geq g \geq 5 \\ Y_{o_g^q} K_3^q & \text{для } 12 \geq g \geq 9 \end{cases} \quad (5)$$

где $Y_{a_g^q}$ – аппроксимирующая функция для описания распределения заселенности личинок; q – номер гипотезы, совпадающий с порядком перечисленных выше гипотез;

$Y_{o_g^q}$ – опорный уровень для исследуемого фактора q -й гипотезы;

K_1^q, K_2^q, K_3^q – поправочные коэффициенты, рассчитанные по усредненным результатам экспериментов для соответствующих q .

$Y_{o_g^q}$ вычислялись по следующим формулам:

$$Y_{o_1^q} = \sum_{i=1}^{16} \sum_{m=1}^3 Y_{i,m} / Nn = \sum_{g=1}^{12} Y_{п.ср_g} / 12; \quad (6)$$

$$Y_{o_2^q} = ((\sum_{g=1}^4 Y_{п.ср_g} + \sum_{g=9}^{12} Y_{п.ср_g}) / 8 + \sum_{g=5}^8 Y_{п.ср_g} / 4) / 2; \quad (7)$$

$$Y_{o_3^q} = (\sum_{g=1}^4 Y_{п.ср_g} + \sum_{g=9}^{12} Y_{п.ср_g}) / 8; \quad (8)$$

$$Y_{o_4^q} = \sum_{g=5}^8 Y_{п.ср_g} / 4. \quad (9)$$

Формулы расчета корректирующих коэффициентов даны в табл. 2.

Чтобы определить наиболее справедливую гипотезу аппроксимации, использовался метод наименьших квадратов. Там, где сумма квадратов отклонений экспериментальных данных с учетом корректирующих коэффициентов от опорных уровней для каждой из гипотез будет наименьшей, аппроксимация и соответственно гипотеза считается ближе к реальному положению вещей.

Таблица 2

Формулы расчета корректирующих коэффициентов K_1^q, K_2^q, K_3^q
 Formula for calculating adjustment coefficients K_1^q, K_2^q, K_3^q

q	$4 \geq g \geq 1$	$8 \geq g \geq 5$	$9 \geq g \geq 12$
1	$K_1^1 = Y_{o^1}/Y_{o^3}$	$K_2^1 = Y_{o^1}/Y_{o^4}$	$K_3^1 = Y_{o^1}/Y_{o^3}$
2	$K_1^2 = Y_{o^2}/Y_{o^3}$	$K_2^2 = Y_{o^2}/Y_{o^4}$	$K_3^2 = Y_{o^2}/Y_{o^3}$
3	$K_1^3 = Y_{o^3}/Y_{o^3} = 1$	$K_2^3 = Y_{o^3}/Y_{o^4}$	$K_3^3 = Y_{o^3}/Y_{o^3} = 1$
4	$K_1^4 = Y_{o^4}/Y_{o^3}$	$K_2^4 = Y_{o^4}/Y_{o^4} = 1$	$K_3^4 = Y_{o^4}/Y_{o^3}$

Для алгоритмизации расчетов выведем выражение, учитывающее поправочные коэффициенты. Для этого произведем формирование поправочной таблицы ($K_{i,j}^q$) из той части табл. 1, которая описывает $Y_{э,ji}$ путем замены местами строк и столбцов, а также заменой номеров образцов в соответствующей части табл. 1 на значение поправочного коэффициента с учетом зоны рис. 3 и номера гипотезы табл. 2.

Мы получим таблицу поправочных зональных коэффициентов, которую можно представить в виде набора из четырех матриц ($K_{i,j}^q$) для каждой из четырех гипотез q , номера опыта i , и номера повторности j . Часть табл. 1 – усредненные значения заселенности пластин с питательной средой личинками $Y_{э,ji}$ тоже можно рассматривать в виде матрицы и, применив к ним методы линейной алгебры, получить результирующую матрицу взаимодействия таблиц ($K_{i,j}^q$) и ($Y_{э,ji}$). Вычисление опорных уровней усредненных значений заселенности личинками пластин с кормом для каждой из гипотез можно рассматривать как определение следа произведения двух матриц: матрицы поправочных коэффициентов ($K_{i,j}^q$) и матрицы заселенности пластин личинками ($Y_{э,ji}$). В справедливости проделанных манипуляций можно убедиться простой подстановкой элементов этих матриц в полученное произведение матриц. Это будет соответствовать сумме результатов, полученных

в повторных опытах с учетом их расположения в соответствующей зоне. А их сумма, так называемый след матрицы, необходима для расчета средней величины используемой в дальнейших расчетах величины суммы квадрата отклонений, необходимой для выбора гипотезы.

Таким образом, итоговая формула расчета средних значений $Y_{а^q}$ для q -й гипотезы, с учетом компенсационных коэффициентов, имеет вид:

$$Y_{а^q} = (Tr(K_{i,j}^q)(Y_{э,ji})) / Nn. \quad (10)$$

На основании этого выражения можно вывести формулу для оптимизируемого фактора, при помощи которого происходит отсев гипотез:

$$(S_{K_{i,j}^q})^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n (Y_{а^q} - Y_{э,ji} K_{j,i}^q)^2. \quad (11)$$

Чем меньше сумма квадрата отклонений ($S_{K_{i,j}^q}$)², тем ближе выбранная гипотеза соответствует множеству экспериментальных точек.

По результатам предварительных расчетов для образцов $Y_{э,3,3}, Y_{э,3,6}, Y_{э,3,10}$ они были признаны экспериментальным промахом и аннулированы из-за аномально большого вклада в дисперсии как для модели, описываемой уравнением регрессии, так и для модели, описывающей распределение свойств личинок по пластинам с образцами. Результаты расчетов для усредненных значений массы личинок приведены в табл. 3.

Таблица 3

Компенсация пространственного рассеивающего фактора показателя заселенности личинками для модели, описываемой уравнением регрессии
 Compensation spatial scattering factor increased the population of larvae for the model described by the regression equation

q	Гипотеза (q)	K_1^q	K_2^q	K_3^q	Сумма квадратов отклонений	Дисперсия	b_0	Максимальное отклонение. $\times 10^{-3}$	G	$G_{кр}$
	Исходное	1	1	1	5703	14,60	14,83	2208	0,38	0,33
1	Среднего уровня	0,82	1,77	0,83	4526	6,87	14,84	1363	0,30	0,33
2	Медианного уровня	0,73	1,57	0,74	3581	6,11	13,20	1081	0,30	0,33
3	Усиления краев	0,47	1	0,47	1462	3,90	8,42	449	0,31	0,33
4	Подавления центра	1	2,15	1	6664	8,33	19,44	2032	0,30	0,33

Из табл. 3 видно наименьшее значение суммы квадратов отклонений для гипотезы «усиление краев» и наименьшее «подавление центра» соответственно при этой гипотезе и минимальная дисперсия при модели уравнения регрессии. Все гипотезы удовлетворяют критерию Кохрена. Дисперсия значительно уменьшается.

Но все коэффициенты при факторах, включая и парные, все равно не становятся значимыми. Значимым, как и прежде, остается только коэффициент b_0 .

После компенсации рассеивающего фактора производился расчет коэффициентов уравнения регрессии для представления результатов эксперимента в виде уравнения регрессии

$$Y_p = b_0 + \sum_{i=1}^9 b_i X_i + \sum_{i=1}^9 \sum_{j=1}^9 b_{ij} X_i X_j, \quad (12)$$

где Y_p – отклик, вычисляемый по уравнению регрессии;

b_0 – нулевой коэффициент уравнения регрессии;

b_i – коэффициент уравнения регрессии, характеризующий вклад i -го фактора в выходной параметр;

b_{ij} – коэффициент, характеризующий вклад парного взаимодействия i -го и j -го факторов.

$$b_i = \frac{\sum_{m=1}^{16} Y_{э.ср_m} X_{im}}{16}; \quad (13)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{m=1}^{16} Y_{э.ср_m} X_{jm} X_{im}}{16}; \quad (14)$$

$$b_0 = \frac{\sum_{m=1}^{16} Y_{э.ср_m}}{16}; \quad (15)$$

$$Y_{э.ср_i} = \frac{\sum_{j=1}^3 Y_{э_{i,j}}}{3}, \quad (16)$$

где m – номер опыта; 16 – количество опытов в матрице планирования;

$Y_{э.ср_i}$ – усредненный экспериментальный параметр – заселенность личинками пластин с кормом.

Вычисленные по формулам (13) – (16) коэффициенты уравнения регрессии приведены в табл. 4.

Таблица 4

Значения парных коэффициентов уравнения регрессии при входных факторах для массы

Galleria mellonella $b_{ij} \cdot 10^{-3}$

The value of the pair wise coefficients of the regression equation when the input factors for the mass of larvae

Galleria mellonella $b_{ij} \cdot 10^{-3}$

Одиночные коэффициенты	Входные факторы										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	54,8	1,7	2,6	-6,8	0,76	3,7	3,4	-1,1	-3,3	-3,9	
Парные коэффициенты	1 Пшеничная мука			-1,4	1,2	-8,6	-5,7	-3,9	1,4	3,6	3,4
	2 Отруби				-5,7	1,4	1,2	3,6	-8,6	-3,9	-3,3
	3 Вытопки					3,6	-1,4	-8,6	-3,9	-8,6	-1,1
	4 Глицерин						-3,9	-5,7	-1,4	1,2	3,7
	5 Сухие дрожжи							-8,6	3,6	1,4	0,8
	6 Сухое молоко								1,2	-1,4	1,7
	7 Кукурузная мука									-5,7	-6,8
	8 Растительное масло										2,6
	9 Мед										

Величины дисперсий и критических значений коэффициентов, рассчитанные по формулам (7) – (9), составят 0,015 и 0,030 соответственно.

Из табл. 3 и 4 следует, что значимыми являются только коэффициенты уравнения регрессии b_0 . Все остальные коэффициенты уравнений, как одиночные, так и парные, являются незначимыми, так как они не удовлетворяют статистическому критерию Стьюдента.

Проделанные расчеты показывают, что фактор рассеяния имеет значительное влияние на результаты измерений и связан с геометрией пространства, где происходит рост личинок. Природа обнаруженной закономерности пространственного распределения массы ЛБВМ не ясна и требует дополнительных исследований. Возможно, это связано с биологией развития ЛБВМ, с использованием периодической сталь-

ной структуры несущих решеток для корма, вероятны и другие причины.

ВЫВОДЫ

1. На рост ЛБВМ оказывает влияние геометрия пространства, в котором они выращиваются (размер, форма и материал молярия, наличие внутри него как металлических, так и неметаллических конструкций, и т.д.), т.е. конструкция

молярия и его окружение. Это, как показывает проведенный эксперимент, оказывает большое влияние, чем $\pm 10\%$ изменения компонентов состава корма.

2. Механизмы, объясняющие влияние конструкции молярия на рост личинок, неизвестны.

3. Действие физических закономерностей, связывающих конструкцию молярия с ростом ЛБВМ для данных экспериментальных условий, оказалось более значимым, чем состав корма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уразбаев Ж. З. Использование метода математического планирования эксперимента при разработке комбинированных мясных продуктов // Вестн. НГАУ. – 2010. – Т. 2, № 14. – С. 90–94.
2. Андросенко О. С., Маяченко Е. П. Математические методы планирования эксперимента в исследовании процесса термообработки металла // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. – 2014. – № 4. – С. 219–225.
3. Максименко Л. А. Оптимизация экспериментальных исследований на основе методики математического планирования // Интерэкспо гео-Сибирь. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 42–45.
4. Математический метод планирования эксперимента рН пищевых отходов на возможность их биоконверсии с помощью вермикюльтуры / А. А. Ганджалова, А. Голубь, В. Е. Костин, Н. А. Соколова // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 4. – С. 45–46.
5. Методы оптимизации экспериментов при оптимизации питательной среды для стрептомицета / И. В. Жерносекова, И. В. Черногор, А. А. Тымчук, А. И. Винников // Вісн. Дніпропетров. ун-ту. – Біологія. Екологія. – 2010. – Вип. 18, Т. 1. – С. 20–28.
6. Рыкунова И. П., Вергейчик Е. Н. Оптимизация состава раствора кальция глюконата методом математического планирования эксперимента // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. – Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2006. – № 2. – С. 83–85.
7. Способ разведения *Galleria mellonella* L.: пат. № RU 2210210 Рос. Федерация: МПК⁸ А01К67/033 / В. Я. Исмаилов, Ж. А. Ширинян, О. И. Квасенков; заявитель и патентообладатель Всерос. НИИ биол. защиты растений. – № 2001131301/13; заявл. 21.11.2001; опубл. 20.08.2003. – 4 с.
8. Коновалова Т. В. Современные средства и методы обеспечения ветеринарного благополучия по инфекционной и протозойной патологии животных, рыб и пчел: метод. рекомендации по лабораторному содержанию и разведению большой восковой огневки *Galleria mellonella* L. – М., 2011. – С. 156–178.
9. Искусственный корм для большой вошинной пчелиной огневки: пат. СССР № 3662964/30–15 МПК: А01К67 / Е. М. Шагов, Г. И. Уланова, Е. М. Асланян; заявитель и патентообладатель Всесоюз. НИИ прикладной микробиологии. – № 3662964/30–15; заявл.: 11.11.83 опубл.: 23.05.1986. – Бюл. № 19. – 3 с.
10. Marston N. Comparison of nine diets for rearing *Galleria mellonella* / N. Marston, B. Campbell // Annals of the Entomological society of America. – 1973. – Vol. 66, № 1. – P. 132–136.
11. Осокина А. С. Влияние кормления и условий содержания на рост личинок большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.) / А. С. Осокина, Л. М. Колбина, А. В. Гуцин // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 7. – С. 88–92.
12. Тамарина Н. А. Техническая энтомология – новая отрасль прикладной энтомологии / Н. А. Тамарина // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Энтомология. – 1987. – Т. 7. – С. 248.
13. Старе В. А., Менчер Э. М. Метод оптимизации рецептов полусинтетических питательных сред для разведения насекомых-фитофагов *Amathes C-nigrum* (Lepidoptera, Nictuidae) // Зоол. журн. – 1980. – Т. 59, вып. 5. – С. 771–776.
14. Урба В. Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. – М.: Медицина, 1975. – 295 с.

15. *Молярый*: пат. № 164529 Рос. Федерация: МПК А01М 1/00 (2006.01) / А. В. Гушин, Л. М. Колбина, А. С. Осокина; заявитель и патентообладатель Федерал. гос. бюджет. науч. учр. «Удмурт. НИИ сель. хоз-ва». – № 2015146055/13; заявл. 26.10.2015; опубл. 10.09.2016. Бюл. № 25. – 2 с.

REFERENCES

1. Urazbaev Zh.Z., *Vestn. NGAU*, 2010, No 14 (2), pp. 90–94. (In Russ.)
2. Androsenko O.S., Mayachenko E.P., *Prilozhenie matematiki v ekonomicheskikh i tekhnicheskikh issledovaniyakh*, 2014, No 4, pp. 219–225. (In Russ.)
3. Maksimenko L.A., *Interespo geo-Sibir*, 2010, No. 1 (3), pp. 42–45. (In Russ.)
4. Gandzhalova A.A., Golub A., Kostin V.E., Sokolova N.A., *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2012, No 4, pp.45–46. (In Russ.)
5. Zhernosekova I.V., Chernogor I.V., Tymchuk A.A., Vinnikov A.I., *Visn. Dnipropetrov. un. Biologiya. Ekologiya*, 2010, ser. 18, Vol. 1, pp. 20–28. (In Russ.)
6. Rykunova I.P., Vergeichik E.N., *Vestn. Voronezh. gos. un., ser. Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2006, No 2, pp.83–85. (In Russ.)
7. Ismailov V. Ya., Shirinyan Zh.A., Kvasenkov O.I., *Sposob razvedeniya Galleria mellonella L.*, pat. № RU 2210210 Ros. Federatsiya: MPK8 A01K67/033 vyrashchivanie ili razvedenie bespozvonochnykh, novye vidy bespozvonochnykh, zayavitel» i patentoobladatel» Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii. institut biologicheskoi zashchity rastenii, No. 2001131301/13, zayavl. 21.11.2001, 20.08.2003, 4 p.
8. Konovalova T.V. *Sovremennye sredstva i metody obespecheniya veterinarnogo blagopoluchiya po infektsionnoi i protozoinoi patologii zhivotnykh, ryb i pchel* (Modern means and methods for ensuring veterinary well-being for infectious and protozoan pathologies of animals, fish and bees), *metod. rekomendatsii po laboratornomu sodержaniyu i razvedeniyu bol'shoi voskovoi ognivki Galleria mellonella L.*, Moscow, 2011, pp. 156–178. (In Russ.)
9. Shagov E.M., Ulanova G.I., Aslanyan E.M., *Iskusstvennyi korm dlya bol'shoi voshchinnoi pchelinoi ognivki*: pat. SSSR No. 3662964/30–15 MPK: A01K67, zayavitel» i patentoobladatel», Vsesoyuznyi nauchno-issledovatel'skii institut prikladnoi mikrobiologii, № 3662964/30–15, zayavl. 11.11.83, 23.05.1986, Byul. No. 19, 3 p. (In Russ.)
10. Marston N., Campbell B., *Annals of the Entomological society of America*, 1973, No. 1 (66), pp. 132–136.
11. Osokina A.S., Kolbina L.M., Gushchin A.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, No. 7 (30), pp 88–92. (In Russ.)
12. Tamarina N.A. *Itogi nauki i tekhniki. VINITI. Entomologiya*, 1987, Vol. 7, pp. 248. (In Russ.)
13. Starets V.A., Mencher E. M., *Zool. zhurn.*, 1980, Vol. 59, ser. 5., pp. 771–776. (In Russ.)
14. Urbakh V. Yu. *Statisticheskii analiz v biologicheskikh i meditsinskikh issledovaniyakh* (Statistical analysis in biological and medical research), Moscow, Meditsina, 1975, 295 p. (In Russ.)
15. Gushchin A.V., Kolbina L.M., Osokina A.S., *Molyarii*: pat. № 164529 Ros. Federatsiya: MPK A01M 1/00 (2006.01), zayavitel» i patentoobladatel» Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie Udmurtskii nauchno-issledovatel'skii institut sel'skogo khozyaistva, No. 2015146055/13, zayavl. 26.10.2015, 10.09.2016, Byul. No. 25, 2 p. (In Russ.)

**РЕГУЛЯТОРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ЭКСПРЕССИИ ТРАНСГЕНОВ
В МЕРИСТЕМАХ РАСТЕНИЙ**

¹Ю.В. Сидорчук, кандидат биологических наук

²И.М. Герасименко, кандидат биологических наук

²Ю.В. Шелудько, кандидат биологических наук

¹Е.В. Дейнеко, доктор биологических наук

¹Институт цитологии и генетики СО РАН,
Новосибирск, Россия

²Институт клеточной биологии и генетической инженерии НАН, Киев, Украина

E-Mail: sidorch@bionet.nsc.ru

Ключевые слова: трансгенез, промотор, генетическая конструкция, тканеспецифическая экспрессия, репортерный ген

Реферат. *Применение промоторов, обеспечивающих тканеспецифическую экспрессию трансгенов, позволяет накапливать чужеродные белки преимущественно в тканях-мишенях, что снижает риск неблагоприятного воздействия этих белков на растение, человека и окружающую среду. Однако высокоспецифичные промоторы довольно часто теряют или изменяют свою специфичность при переносе в новое генетическое окружение, что требует предварительной проверки их экспрессионной активности в трансгенных растениях с помощью репортерных генов. Цель данной работы заключалась в том, чтобы оценить характер и эффективность экспрессии репортерного гена uidA под управлением промоторов двух генов Arabidopsis thaliana – apetala3 и rpt2a при переносе в геном Nicotiana tabacum. Ген apetala3 экспрессируется в цветочных меристемах и кодирует фактор транскрипции группы В, регулирующий развитие цветка. Ген rpt2a кодирует 19S регуляторную субъединицу 26S протеасомы и экспрессируется преимущественно в апикальных меристемах корня и стебля. Показано, что промоторы данных генов, включённые в состав генетических конструкций, позволяют обеспечить тканеспецифическую экспрессию репортерного гена uidA в условиях чужеродного генома. В зависимости от типа используемого промотора может наблюдаться проявление эктопической экспрессии трансгена, которая, тем не менее, ограничивается зонами меристем в органах трансгенных растений. Сравнение результатов теста на канамицин-устойчивость и гистохимического анализа показало, что интенсивность GUS-окрашивания была выше у потомков исходных трансформантов табака, несущих в геноме две и больше инсерций трансгена. Это указывает на возможный аддитивный эффект числа инсерций трансгена, что ведет к усилению экспрессии и накоплению продукта репортерного гена в тканях трансгенных растений табака.*

REGULATORY ELEMENTS FOR TRANSAGENTS EXPRESSION IN PLANTS MERISTEMS

¹Sidorchuk Iu.V., Candidate of Biology

²Gerasimenko I.M., Candidate of Biology

²Sheludko Iu.V., Candidate of Biology

¹Deineko E.V., Dr. of Biological Sc.

¹Institute of Cytology and Genetics SD RAS, Novosibirsk, Russia

²Institute of Cell Biology and Genetic Engineering, Kyiv, Ukraine

Key words: transgenesis, promoter site, genetic construct, tissue-specific expression, reporter gene.

Abstract. *Application of promoter sites that provide tissue-specific expression of transgenes, allows accumulating foreign proteins in target tissues. This reduces the risk of bad influence on plants, human and environment. Otherwise, high-specific promoter sites often loose or change their specificity when being transferred to new genetic environment that requires beforehand checking of their expressive effect in transgenic plants by means of reporter genes. The paper aims at evaluating the nature and efficiency of reporter gene uidA expression when being managed by promoter sites of Arabidopsis thaliana, apetala3 and rpt2a genes and transfer-*

ring to genome *Nicotiana tabacum*. Gene *apetala3* is expressed in flower meristems and codes transcription factor of B group, which regulates flower development. Gene *rpt2a* codes 19S regulatory subunit 26S of proteasome and it is expressed in apical meristems of root and stalk mainly. The article shows that promoter sites of the genes provide tissue-specific expression of reporter gene *uidA* in conditions of allogeneic genome. The authors observed ectopical expression of transgene in relation to the type of promoter site used. This expression is restricted by meristem areas in the organs of transgenic plants. Comparative analysis of testing results on kanamycin resistance and histochemical analysis has shown that GUS-coloring intensity was higher in derivatives of tobacco transformants, which carry two and more insertions of transgene in the genome. This speaks about possible additive effect of transgene insertions number that enhances expression and accumulation of reporter gene product in the tissues of transgene tobacco plants.

Методы генетической инженерии и экспериментального трансгенеза позволяют значительно ускорить процесс создания растений с новыми полезными признаками, например, более устойчивых к неблагоприятным факторам окружающей среды, что особенно актуально в условиях быстрых климатических изменений. Использование для экспрессии чужеродных генов конститутивных промоторов не всегда отвечает задачам эксперимента, особенно когда продукт имеет физиологическую активность. Применение промоторов, обеспечивающих тканеспецифическую экспрессию трансгенов, позволяет накапливать чужеродные белки преимущественно в целевых тканях, что снижает риск неблагоприятного воздействия этих белков на растение, человека и окружающую среду [1]. Однако высокоспецифичные промоторы довольно часто теряют или изменяют свою специфичность при переносе в новое генетическое окружение, что требует предварительной проверки их экспрессионной активности в трансгенных растениях с помощью репортерных генов [2].

Поскольку развивающиеся цветки и другие меристематические зоны растений часто являются тканями-мишенями при действии стрессовых факторов, в частности, низких температур, экспрессия в этих тканях трансгенов, повышающих устойчивость к неблагоприятному воздействию, представляется весьма целесообразной. Для изучения возможности тканеспецифичной экспрессии трансгенов в цветочных и вегетативных меристемах растений были созданы генетические конструкции, в которых кодирующая последовательность репортерного гена *uidA* была поставлена под контроль промоторов двух генов арабидопсиса – *apetala3* и *rpt2a*. Ген *apetala3* (*ap3*) экспрессируется в цветочных меристемах и кодирует фактор транскрипции группы В, регулирующий развитие цветка [3, 4]. Ген *rpt2a* кодирует 19S регуляторную субъединицу 26S протеасомы и экспрессируется преимущественно в апикальных меристемах корня и стебля [5, 6].

Цель данной работы – оценить характер и эффективность экспрессии трансгенов под управлением тканеспецифичных промоторов в новом генетическом окружении.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Растительный материал. Для проведения генетической трансформации использовали растения табака (*Nicotiana tabacum* L., сорт Petit Havana, линия SR1) и арабидопсиса (*Arabidopsis thaliana* L., экотип Col-0). Трансгенные растения табака выращивали в условиях гидропонной теплицы с фотопериодом 16/8 ч при температуре 22/18°C (день/ночь). Растения арабидопсиса выращивали с использованием гидропонной технологии в вегетационных сосудах в комнате с постоянной температурой 24°C и фотопериодом 16/8 ч (день/ночь).

Генетические конструкции. Промотор гена *ap3* (длиной 635 п.н. от точки старта транскрипции) и промотор гена *rpt2a* (длиной 1667 п.н. от стартового кодона) были амплифицированы из геномной ДНК арабидопсиса и включены в векторные конструкции на основе вектора pBIN19 для контроля экспрессии гена β-глюкуронидазы (*uidA*). Схемы генетических конструкций приведены на рис. 1.

Генетическая трансформация. С помощью полученных генетических конструкций, введенных в штамм *Agrobacterium tumefaciens* GV3101, согласно общепринятому протоколу были проведены трансформация листовых эксплантов табака, регенерация и отбор первичных (T₀) трансформантов [7]. Трансформацию растений арабидопсиса проводили с использованием технологии floral dip [8].

Тест на устойчивость к канамицину. Определение числа инсерций Т-ДНК в геноме трансгенных растений табака проводилось посредством тестирования семян, полученных от са-

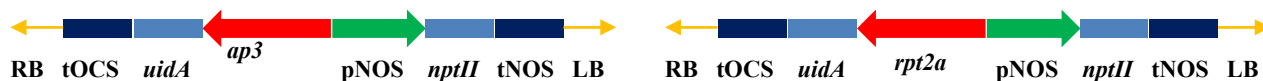


Рис. 1. Схемы Т-ДНК генетических конструкций для тканеспецифической экспрессии трансгенов в растениях: а – ген *uidA* под управлением тканеспецифического промотора *ap3*; б – ген *uidA* под управлением тканеспецифического промотора *rpt2a*; RB – правая граница Т-ДНК; LB – левая граница Т-ДНК; *uidA* – репортерный ген β-глюкуронидазы *E. coli*; *nptII* – доминантный селективный маркер, ген неомицинфосфотрансферазы *E. coli*; pNOS – промотор гена нопалинсинтазы арабидопсиса; tNOS – терминатор гена нопалинсинтазы арабидопсиса; tOCS – терминатор гена октопинсинтазы арабидопсиса; *ap3* – промотор гена флорального морфогенеза *apetala3*; *rpt2a* – промотор гена 19S субъединицы протеасомы

Schemes of T-DNA genetic constructs for tissue-specific expression of transgenes in the plants:

a – gene *uidA* controlled by tissue-specific promoter site *ap3*; b – gene *uidA* controlled by tissue-specific promoter site *rpt2a*; RB – right border of T-DNA; LB – left border of T-DNA; *uidA* – reporter gene β-glucuronidase *E. coli*; *nptII* – dominant selective marker, the gene of neomycinphosphotransferase *E. coli*; pNOS – promoter site of the gene of arabidopsis thaliana nopaline synthase; tNOS – terminator of the gene of arabidopsis thaliana nopaline synthase; tOCS – terminator of the gene of arabidopsis thaliana octopine synthase; *ap3* – promoter site of the gene of floral morphogenesis *apetala3*; *rpt2a* – promoter site of the gene 19S of proteasome subunit

моопыления, на стандартной среде MS с добавлением 200 мг/л антибиотика канамицина в качестве селективного агента. Подсчет соотношения числа устойчивых (зеленых) и неустойчивых (белых) к канамицину проростков (150–200 шт.) проводили через 4 недели после всходов. Соответствие полученного расщепления менделевскому подтверждали с использованием критерия согласия Пирсона (хи-квадрат).

Гистохимическое определение активности β-глюкуронидазы. Экспрессия репортерного гена *uidA* в тканях первичных трансформантов и потомков от самоопыления подтверждалась с помощью гистохимического определения активности β-глюкуронидазы (GUS-окрашивание). Окрашивание проводили в реакционной смеси следующего состава: 100 мМ фосфатный буфер (pH=7,0), 10 мМ EDTA, 0,1% Triton X100 и 1 мМ X-Gluc (Fermentas, #R0852). Для улучшения качества окрашивания свежий растительный материал в реакционной смеси помещали в камеру генной пушки (PSD-1000/He, Biorad) и удаляли воздух с помощью вакуумирования. Обработанный таким образом материал оставляли на ночь в термостате при температуре 37°C. После окрашивания материал отмывали от хлорофилла 70%-м спиртом.

ПЦР-анализ. Подтверждение наличия промоторов *ap3* и *rpt2a* арабидопсиса в геноме трансгенных растений проводили методом ПЦР. Поскольку обе генетические конструкции содержали один и тот же репортерный ген, праймеры были подобраны следующим образом: общий праймер, комплементарный участку последовательности гена *uidA* и индивидуальные праймеры, комплементарные участкам последовательностей промоторов *ap3* и *rpt2a*.

Структура праймеров, а также размер соответствующих им продуктов амплификации приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Структура праймеров
The structure of primers**

Праймер	Последовательность	Продукт амплификации, п. о.
	<i>ape1f</i> 5'gccgtaagtgttcaccg 3»	554
<i>rpt2f</i>	5'agaaggagtctatgtcccg 3»	459
<i>gus2r</i>	5'agactgaatgccacagcg 3»	

Режим амплификации: 5 мин 94°C – 30 × (30 с 94°C – 30 с 60°C – 30 с 72°C) – 5 мин 72°C. Электрофорез продуктов амплификации проводили в 1,5%-м агарозном геле.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Агробактериальная трансформация является эффективным методом векторного переноса чужеродного генетического материала в геном растений. Как видно из представленных в табл. 2 данных, наличие активности репортерного гена *uidA* обнаруживалось с большей частотой (95,1%) у устойчивых к канамицину первичных трансформантов (T₀), в геноме которых ген *uidA* находился под управлением промотора *rpt2a*. При использовании в генетической конструкции промотора *ap3* активность репортерного гена обнаруживалась только у 78,1% первичных трансформантов.

Гистохимическое окрашивание органо-генных каллусов, а также органов и тканей первичных трансформантов выявило вариабельность в тканеспецифичности экспрессии репортерного

Таблица 2
Распределение растений T₀ по частоте проявления активности репортерного белка
Distribution of T₀ plants of the frequency of reporter protein activity

Трансгенные растения	Промотор	
	<i>ap3</i>	<i>rpt2a</i>
Всего, шт.	32	41
Наличие GUS-окрашивания, шт.	25	39
Отсутствие GUS-окрашивания, шт.	7	2
Доля растений с фенотипическим проявлением репортерного гена <i>uidA</i> (GUS-окрашивание), %	78,1	95,1

гена *uidA* в зависимости от использованного промотора. Например, очевидные различия в интенсивности GUS-окрашивания выявлялись уже на этапе индукции органогенных каллусов. При использовании генетической конструкции с промотором *rpt2a* для трансформации табака активность гена *uidA* в пролиферирующих клетках была заметно выше, чем при использовании конструкции с промотором *ap3* (рис. 2 а, в). Однако и в том и в другом случае на каллусах формировались устойчивые к канамицину проростки с экспрессией репортерного гена в апикальной меристеме (см. рис. 2 б, г).

В зрелых трансгенных растениях T₀ экспрессия репортерного гена под управлением промотора гена *rpt2a* обнаруживалась в меристемах вегетативных (пазушные почки) и генеративных побегов, а также в меристематических зонах бутонов и корней. В вегетативных побегах, развивающихся из пазушных почек, GUS-окрашивание наблюдалось только в зоне меристемы, развивающиеся молодые листья не имели окрашивания (см. рис. 2 д), либо имели слабое сегментное (точечное) окрашивание в непосредственной близости от меристемы. В молодых корешках (длиной 1–2 см) наблюдалось окрашивание меристемы кончика корня (см. рис. 2 к) и, вероятно, вторичных меристем в зоне ветвления (см. рис. 2 л). В бутонах наиболее интенсивно окрашивались цветоножка и чашелистики (см. рис. 2 ж). Окрашивания других элементов прицветника и цветка не наблюдалось, за исключением рыльца пестика. Однако активность гена *uidA* в этом элементе цветка проявлялась на низком уровне (слабое GUS-окрашивание) и только у некоторых трансформантов. Интересно отметить, что у части первичных трансформантов в генеративных побегах при закладке цветков GUS-окрашивание было четко ограничено только цветоножками и не детектировалось в каких-либо других элементах цветка.

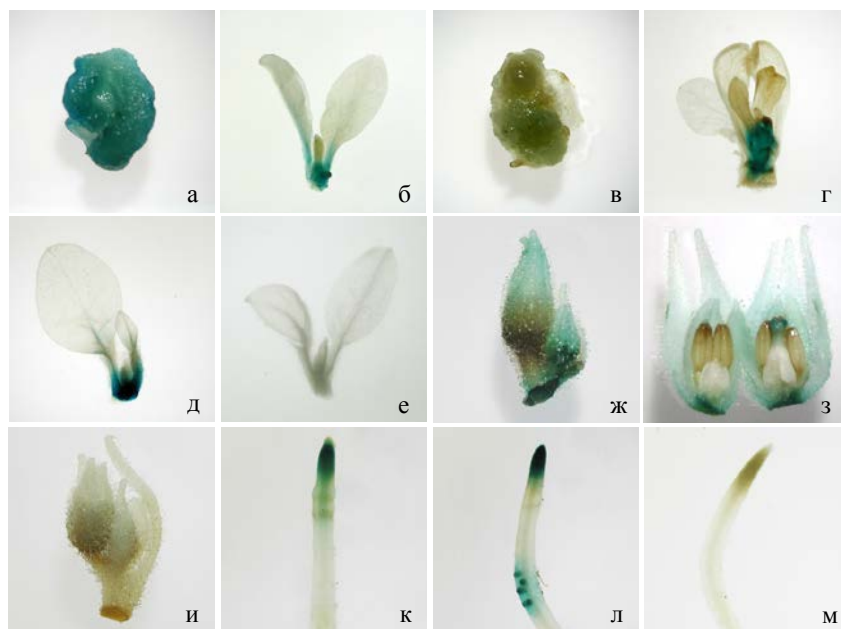


Рис. 2. Вариабельность экспрессии репортерного гена *uidA* в зависимости от промотора в тканях и органах T₀ трансформантов табака (а, б, д, ж, к, л – промотор *rpt2a*; в, г, е, з, и, м – промотор *ap3*): а–г – органогенные каллусы и трансгенные проростки, полученные при трансформации листовых дисков табака; д–ж – бутоны; з, и – побеги, развивающиеся из пазушных почек; к–м – молодые корешки

Variability of reporter gene *uidA* expression in relation to promoter site in tissues and organs T₀ of tobacco transformants (a, b, e, g, j, k – promoter site *rpt2a*; c, d, f, h, i, l – promoter site *ap3*):

a–d – organogenic callus and transgenic sprouts, received at transformation of tobacco leaf disks; e–g – flower buds; h, i – shoots from lateral buds; j–l – roots

Таблица 3

Специфичность экспрессии гена *uidA* в тканях и органах первичных трансформантов табака T₀
Specificity of *uidA* gene expression in the tissues and organs of initial tobacco transformants T₀

Меристемы, элементы цветка и околоцветника	Промотор	
	<i>rpt2a</i>	<i>ap3</i>
Меристема вегетативных побегов	+	-
Флоральная меристема	+	+
Корневая меристема	+	-
Цветоножка	+	+
Чашелистики	+	+
Лепестки	-	+
Тычинки	-	-
Пестик	+	+
Завязь	-	-

У первичных трансформантов T₀ с промотором *ap3* в составе инсерции активности репортерного гена *uidA* в пазушных или корневых меристемах не наблюдалось (см. рис. 2 *е, м*). Его экспрессия обнаруживалась только при формировании цветочных побегов и бутонов, причем распределение GUS-окрашивания по элементам околоцветника и цветка полностью совпадало с тем, что наблюдалось у трансформантов с промотором *rpt2a*. Только у нескольких из полученных трансформантов в единичных цветках активность репортерного гена была обнаружена в лепестках (см. рис. 2 *з*). В целом активность гена *uidA* под управлением промотора *ap3* в тканях трансгенных растений табака была заметно ниже, чем под управлением промотора *rpt2a*, о чем свидетельствовало наличие значительной доли растений с отсутствием GUS-окрашивания даже в цветках (см. рис. 2 *и*).

В табл. 3 приведены суммарные данные по особенностям экспрессии гена *uidA* в тканях и органах трансформантов табака в зависимости от использованного промотора.

Для того чтобы подтвердить, что полученные нами трансгенные растения содержат в своем геноме инсерции с соответствующими промоторными районами, был проведен анализ потомков T₁, полученных от самоопыления исходных трансгенных растений, методом ПЦР (рис. 3).

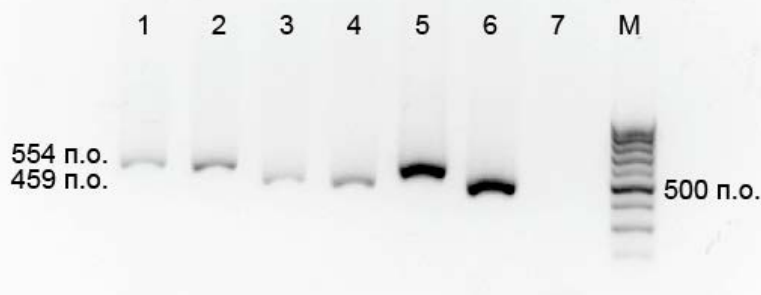


Рис. 3. ПЦР-анализ трансформантов T₁ на присутствие промоторных районов: 1, 2 – гена *ap3*; 3, 4 – гена *rpt2a*; 5 – плазмидная ДНК с промотором гена *ap3*; 6 – плазмидная ДНК с промотором гена *rpt2a*; 7 – отрицательный контроль (отсутствует матрица); М – ДНК-маркёр, 100 п.о.

PCR-analysis of T₁ transformants on promoter areas:

1, 2 – *ap3* gene; 3, 4 – *rpt2a* gene; 5 – plasmid DNA with promoter site of *ap3* gene; 6 – plasmid DNA with promoter site of *rpt2a* gene; 7 – negative control (no matrix); M – DNA-marker, 100.

Проанализированы были четыре случайных линии, которые в тесте на устойчивость к канамицину показали расщепление, соответствующее одной инсерции трансгена на геном. Наличие на дорожках 1–4 по одной полосе нужного размера свидетельствует о присутствии в геноме трансгенных растений последовательностей соответствующих промоторных районов.

Поскольку исследуемые нами промоторы должны были обеспечивать экспрессию репортерного гена в меристемах трансгенных растений,

было проведено гистохимическое определение активности β-глюкуронидазы в тканях проростков T₁, полученных от самоопыления первичных трансформантов T₀ табака. Сравнение результатов теста на канамицин-устойчивость и гистохимического анализа показало, что интенсивность GUS-окрашивания была выше у потомков растений, несущих в геноме две инсерции трансгена и более.

В случае присутствия в геноме первичных трансформантов двух или нескольких инсерций

T-ДНК интенсивное окрашивание у проростков T₁ наблюдалось не только в зоне апикальной меристемы стебля и меристемах кончиков корней, но также в котиледонах, первых настоящих листьях, гипокотильях, в тканях корня и корневых волосках (рис. 4 а, б, е, ж). У потомков моноинсерционных растений табака GUS-окрашивание локализовалось главным

образом в апикальной меристеме стебля, меристемах кончиков корней и вторичных меристемах зоны ветвления корней (см. рис. 4 з, и), хотя в некоторых случаях распространялось вдоль листовых жилок и в тканях корня (см. рис. 4 в, э). Проростки, выращенные из семян нетрансгенных растений линии SR1, были неокрашены (см. рис. 4 д, к).

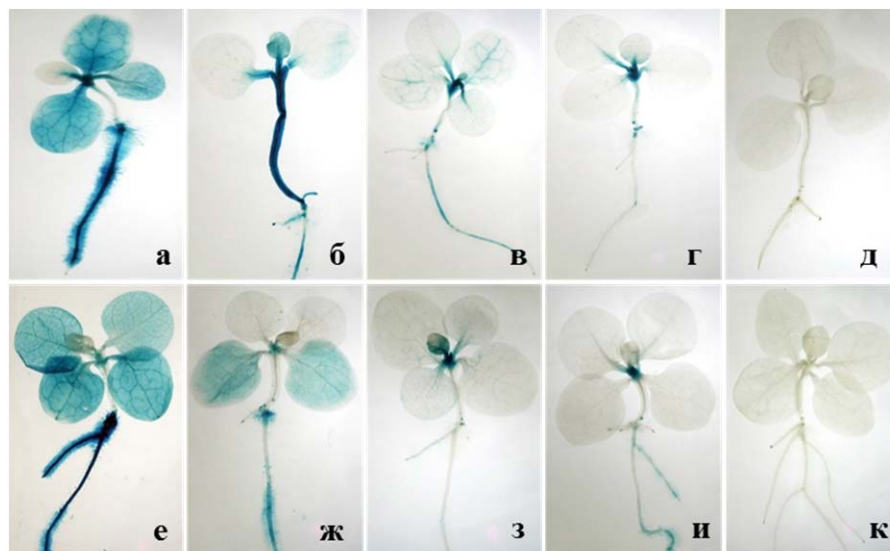


Рис. 4. Варианты *uidA*-экспрессии в проростках трансгенных растений табака T₁, полученных от самоопыления:

а – г – *uidA* -ген под управлением промотора гена *rpt2a*; е – и – *uidA* -ген под управлением промотора гена *ap3*; а, е – растения с несколькими встройками T-ДНК в геноме; б, ж – с двумя встройками; в, г, з, и – моноинсерционные растения; д, к – нетрансгенный контроль, сорт Petit Havana, линия SR1

Variants of *uidA* gene expression in the sprouts of transgenic tobacco plants T₁, received by means of self-pollination:

а – d – *uidA* gene controlled by promoter site of the gene *rpt2a*; е – i – *uidA* gene controlled by promoter site of the gene *ap3*; а, f – plants with several integrations of T-DNA in the genome; б, g – with 2 integrations; с, d, h, i – monoinsertive plants; е, j – non-transgenic control, variety Petit Havana, line SR1

Весьма интересен тот факт, что в T₁ поколении трансформантов, в геноме которых ген *uidA* находился под управлением промотора гена *ap3*, характер экспрессии репортерного гена оказался полностью идентичен тому, который наблюдался у T₁ потомков трансформантов с промотором гена *rpt2a* (см. рис. 4). Для промотора гена *ap3*, кодирующего фактор транскрипции флорального морфогенеза арабидопсиса, экспрессия в меристемах и тканях вегетативных органов является эктопической. В связи с этим для проведения сравнительного анализа экспрессии нами были получены трансгенные растения арабидопсиса с генетической конструкцией, в которой ген *uidA* находился под управлением промотора гена *ap3*.

Анализ показал, что у трети первичных (T₁) трансформантов арабидопсиса GUS-окрашивание на стадии проростков, свидетельствующее об экс-

прессии гена *uidA*, наблюдалось в котиледонах, первых настоящих листьях, а также гипокотильях и корнях (рис. 5 а, б). Интересно отметить, что иногда были окрашены только кончики настоящих листьев, а не листовая пластинка целиком.

В корневой системе трансгенных проростков арабидопсиса окрашивание проявлялось неравномерно. Часть корней была окрашена, а часть нет, причем даже в пределах одного корешка присутствовала мозаичность окрашивания в виде чередования окрашенных и неокрашенных сегментов (см. рис. 5 б, в). В большей части первичных трансформантов активности гена *uidA* на стадии проростков зафиксировано не было (см. рис. 5 з). Однако при переходе к цветению у всех без исключения трансгенных растений арабидопсиса ген *uidA* экспрессировался в цветочных бутонах (см. рис. 5 д, е), что является нормой.

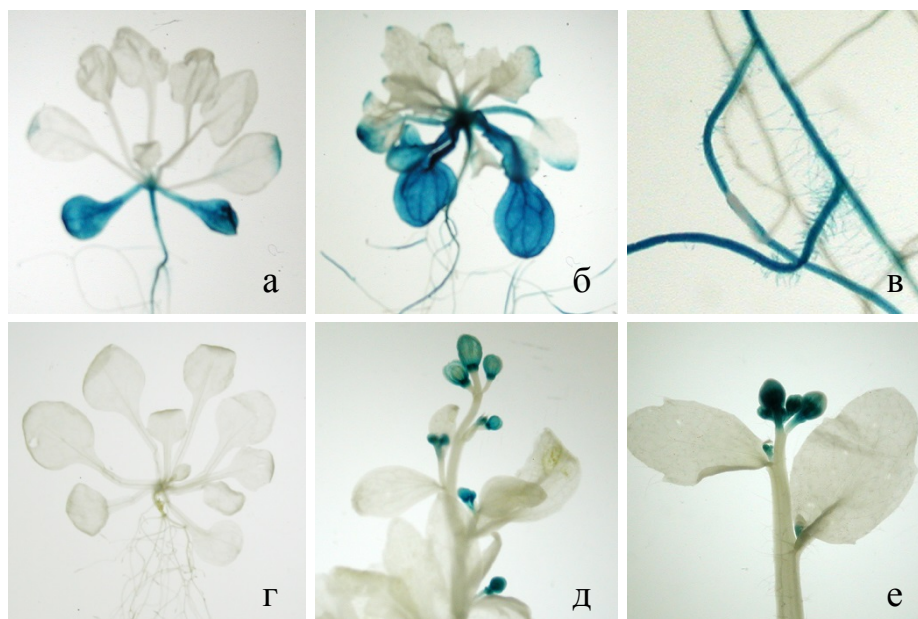


Рис. 5. Варианты экспрессии гена *uidA* под управлением промотора *ap3* в проростках T₁ трансформантов арабидопсиса:

а, б – экспрессия в котиiedoнах, первых настоящих листьях, гипокотилиях и корнях; в – отсутствие экспрессии в проростках трансгенных растений; г, д – экспрессия в бутонах; е – экспрессия в корнях

Variants of *uidA* gene expression under control of *ap3* promoter site in the sprouts T₁ of *arabidopsis thaliana* transformants:

a, b – expression in the seed leaves, the first leaves, hypocotyls and roots; c – lack of expression in the sprouts of transgenic plants; d, e – expression in flower buds; f – expression in the roots

Отсутствие экспрессии трансгенов может быть вызвано как нарушениями в области Т-ДНК, возникающими в процессе агробактериального переноса, так и замолканием генов, входящих в состав Т-ДНК [9–11]. Таким образом, отличия в частоте фенотипического проявления репортерного гена могут свидетельствовать как о различной активности используемых промоторов в новом генетическом окружении, так и об особенностях встраивания трансгенов в геном [12].

Ранее было установлено, что промотор гена *rpt2a* обеспечивает накопление мРНК во всех меристемах растений арабидопсиса, в том числе и флоральной [5, 6]. Аналогичная ситуация обнаруживалась и в онтогенезе трансгенных растений табака. При переключении апикальной меристемы побега с вегетативной активности на генеративную промотор *rpt2a* обеспечивал экспрессию репортерного гена в закладывающейся флоральной меристеме.

В растениях арабидопсиса в отличие от гена *rpt2a*, активность которого ограничивается преимущественно апикальными меристемами корня и стебля, ген *ap3* активен в цветочных меристемах и кодирует фактор транскрипции группы В,

обеспечивающий развитие лепестков и тычинок в цветках арабидопсиса [3, 4]. В зрелых трансгенных растениях табака T₀ промотор гена *ap3* также обеспечивал экспрессию репортерного гена только в клетках флоральной меристемы и развивающихся цветках, однако ее локализация по сравнению с цветками арабидопсиса большей частью была эктопической (см. табл. 3). Так, в развивающихся бутонах табака GUS-окрашивание обнаруживалось в цветоножках, чашелистиках и рыльце пестика, несмотря на то, что в развитии этих элементов цветка участвуют другие гены флорального морфогенеза [13]. Более того, промотор гена *ap3* оказался неактивен в тычинках, а в лепестках его активность обнаруживалась на очень низком уровне и только у нескольких из полученных трансформантов.

Используемые промоторы обеспечивали экспрессию репортерного гена в вегетативных тканях проростков трансгенных растений T₁, полученных от самоопыления первичных трансформантов, включая котиiedoны, первые настоящие листья, гипокотиль и корни. Однако если для промотора гена *rpt2a* такой тип экспрессии является нормой, то для промотора гена *ap3*, кодирующего

фактор транскрипции флорального морфогенеза арабидопсиса, экспрессия в меристемах и тканях вегетативных органов является эктопической и не описана в научной литературе.

Известно, что количество инсерций Т-ДНК может оказывать значительное влияние на экспрессию трансгена и соответственно на его фенотипическое проявление, крайними вариантами которого могут быть как замолкание, так и сверхэкспрессия [10, 11]. Согласно полученным результатам, присутствие в геноме нескольких копий трансгена под управлением промоторов, специфических для меристем, возможно, обладает аддитивным эффектом, что ведет к усилению экспрессии и накоплению продукта репортерного гена в тканях трансгенных растений табака.

Функциональность промотора и специфичность действия обуславливаются наличием в его структуре цис-регуляторных элементов – коротких нуклеотидных последовательностей, обеспечивающих взаимодействие с различными транскрипционными факторами [3, 14, 15]. Таких последовательностей в области промотора может быть несколько [14, 15]. При переносе промотора в геном другого вида взаимодействие регулятор-

ных элементов и транскрипционных факторов изменяется, что может являться причиной эктопической экспрессии трансгенов.

ВЫВОДЫ

1. Использование промоторов генов *apetala3* и *rpt2a* арабидопсиса в составе генетических конструкций позволяет обеспечить тканеспецифическую экспрессию трансгенов в условиях чужеродного генома.

2. В зависимости от типа используемого промотора может наблюдаться проявление эктопической экспрессии трансгена, которая, тем не менее, ограничивается зонами меристем в органах трансгенного растения.

3. Увеличение числа инсерций трансгена может повышать уровень экспрессии целевого гена под управлением меристематических промоторов. Однако это утверждение требует дальнейших исследований.

Работа поддержана программой СО РАН «Генетические основы биотехнологий и биоинформатика» (№ 0324–2016–0008).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Potenza C., Aleman L., Sengupta-Gopalan Ch. Targeting transgene expression in research, agricultural, and environmental applications: promoters used in plant transformation // *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.* – 2004. – Vol. 40. – P. 1–22.
2. Two tobacco *API-like* gene promoters drive highly specific, tightly regulated and unique expression patterns during floral transition, initiation and development / J. Zhang, G. Yan, Z. Wen [et al.] // *Planta.* – 2014. – Vol. 239. – P. 469–478.
3. Discrete spatial and temporal cis-acting elements regulate transcription of the *Arabidopsis* floral homeotic gene *APETALA3* / Th.A. Hill, Ch.D. Day, S. C. Zondlo [et al.] // *Development.* – 1998. – Vol. 125. – P. 1711–1721.
4. Krizek B. A., Meyerowitz E. M. The *Arabidopsis* homeotic genes *APETALA3* and *PISTILLATA* are sufficient to provide the B class organ identity function // *Development.* – 1996. – Vol. 122. – P. 11–22.
5. Regulation of leaf organ size by the *Arabidopsis* RPT2a 19S proteasome subunit / Y. Sonoda, K. Sako, Y. Maki [et al.] // *The Plant Journal.* – 2009. – Vol. 60. – P. 68–78.
6. The *HALTED ROOT* gene encoding the 26S proteasome subunit RPT2a is essential for the maintenance of *Arabidopsis* meristems / M. Ueda, K. Matsui, S. Ishiguro [et al.] // *Development.* – 2004. – Vol. 131. – P. 2101–2111.
7. A simple and general method for transferring genes into plants / R. B. Horsch, J. E. Fry, N. I. Hoffmann [et al.] // *Science.* – 1985. – Vol. 227. – P. 1229–1231.
8. *Agrobacterium-mediated* transformation of *Arabidopsis thaliana* using the floral dip method / X. Zhang, R. Henriques, S. Lin [et al.] // *Nature Protocols.* – 2006. – Vol. 1. – P. 641–646.
9. Дейнеко Е. В., Загорская А. А., Шумный В. К. Т-ДНК-индуцированные мутации у трансгенных растений // *Генетика.* – 2007. – Т. 43, № 1. – С. 5–17.
10. Дорохов Ю. Л. Умолкание генов у растений // *Молекулярная биология.* – 2007. – Т. 41, № 4. – С. 579–592.

11. Маренкова Т.В., Дейнеко Е.В. Инактивирование генов у растений на уровне транскрипции // Генетика. – 2010. – Т. 46, № 5. – С. 581–592.
12. Филипенко Е.А., Дейнеко Е.В., Шумный В.К. Особенности районов встраивания Т-ДНК у трансгенных растений // Генетика. – 2009. – Т. 45, № 11. – С. 1461–1475.
13. Causiera B., Schwarz-Sommer Z., Davies B. Floral organ identity: 20 years of ABCs // *Seminars in Cell & Developmental Biology*. – 2010. – Vol. 21. – P. 73–79.
14. An intergenic region shared by *At4g35985* and *At4g35987* in *Arabidopsis thaliana* is a tissue specific and stress inducible bidirectional promoter analyzed in transgenic arabidopsis and tobacco plant / J. Banerjee, D. K. Sahoo, N. Dey [et al.] [Electronic resource] // *PLoS One*. – 2013. – Vol. 8, No 11. – e79622. – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3834115>.
15. Novel green tissue-specific synthetic promoters and *cis*-regulatory elements in rice / R. Wang, M. Zhu, R. Ye [et al.] [Electronic resource] // *Scientific Reports*. – 2015. – Vol. 5:18256. – DOI: 10.1038/srep18256. – URL: <https://www.nature.com/articles/srep18256.pdf>.

REFERENCES

1. Potenza C., Aleman L., Sengupta-Gopalan Ch., *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.*, 2004, No. 1 (40), pp. 1–22.
2. Zhang J., Yan G., Wen Z., An Y. – Q., Singer S. D., Liu Z., *Planta*, 2014, No. 2 (239), pp. 469–478.
3. Hill Th.A., Day Ch.D., Zondlo S.C., Thackeray A.G., Irish V.F., *Development*, 1998, No. 9 (125), pp. 1711–1721.
4. Krizek B.A., Meyerowitz E.M., *Development*, 1996, No. 1 (122), pp. 11–22.
5. Sonoda Y., Sako K., Maki Y. Yamazaki N., Yamamoto H., Ikeda A., Yamaguchi J., *The Plant Journal*, 2009, No. 1 (60), pp. 68–78.
6. Ueda M., Matsui K., Ishiguro S., Sano R., Wada T., Paponov I., Palme K., Okad K., *Development*, 2004, No. 9 (131), pp. 2101–2111.
7. Horsch R. B., Fry J. E., Hoffmann N. I., Eichholtz D., Rogers S. G., Fraley R. T., *Science*, 1985, No. 4691 (227), pp. 1229–1231.
8. Zhang X., Henriques R., Lin S., Niu Q. – W., Chua N. – H., *Nature Protocols*, 2006, No. 2 (1), pp. 641–646.
9. Deineko E. V., Zagorskaya A. A., Shumnyi V. K., *Genetika*, 2007, No. 1 (43), pp. 5–17. (In Russ.)
10. Dorokhov Yu.L., *Molekulyarnaya biologiya*, 2007, No. 4 (41), pp. 579–592. (In Russ.)
11. Marenkova T. V., Deineko E. V., *Genetika*, 2010, No. 5 (46), pp. 581–592. (In Russ.)
12. Filipenko E. A., Deineko E. V., Shumnyi V. K., *Genetika*, 2009, No. 11 (45), pp. 1461–1475. (In Russ.)
13. Causiera B., Schwarz-Sommer Z., Davies B. Floral organ identity: 20 years of ABCs, *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 2010, No. 1 (21), pp. 73–79. (In Russ.)
14. Banerjee J., Sahoo D. K., Dey N., Houtz R. L., Maiti I. B. An intergenic region shared by *At4g35985* and *At4g35987* in *Arabidopsis thaliana* is a tissue specific and stress inducible bidirectional promoter analyzed in transgenic arabidopsis and tobacco plant, *PLoS One*, 2013, No. 11 (8), e79622, available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3834115>.
15. Wang R., Zhu M., Ye R., Liu Z., Zhou F., Chen H., Lin Y. Novel green tissue-specific synthetic promoters and *cis*-regulatory elements in rice, *Scientific Reports*, 2015, Issue 5, 18256 p., available at: <http://www.nature.com/articles/srep18256.pdf>.

**СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ ЖИВОТНЫХ
ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ**

М.В. Стрижкова, специалист по обучению персонала

Т.В. Коновалова, ст. преподаватель

О.С. Короткевич, доктор биологических наук

**Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия**

E-mail: margo00@ngs.ru

Ключевые слова: бычки, сыворотка крови, макроэлементы, кальций, натрий, фосфор, калий, магний, порода

Реферат. Несмотря на относительное постоянство состава крови, это лабильная среда организма. Ее гематологические и биохимические показатели изменяются в зависимости от генотипа животного, возраста, пола, условий кормления и содержания. Мы рассмотрели содержание макроэлементов в сыворотке крови у телят черно-пестрой породы в возрасте 18 месяцев. Были отобраны пробы сыворотки крови от 26 клинически здоровых животных. Биохимические и гематологические показатели определяли в лаборатории на кафедре ветеринарной генетики и биотехнологии Новосибирского государственного аграрного университета на фотометре 5010 с использованием стандартизированных методов обследования крови. Установлено, что основные показатели были в норме. Установлено увеличение уровня кальция в крови. В литературе мало сведений о взаимосвязи уровней макроэлементов в органах гематологических и биохимических показателей у животных. Изучены взаимосвязи накопления макроэлементов в органах с показателями крови. Полученные средние популяционные данные о содержании макроэлементов в сыворотке крови можно рассматривать как предельную норму для бычков черно-пестрой породы в возрасте 1,5 года в условиях Западной Сибири. Получены положительные и отрицательные связи макроэлементов в сыворотке крови. Выявлен ряд корреляций, на основе которых может быть изучен биохимический статус организма. Заявлены межвидовые различия по содержанию некоторых элементов, что свидетельствует об определенной роли наследственности в обусловленности уровня некоторых макроэлементов в организме.

**CONCENTRATION OF MACROELEMENTS IN BLOOD SERUM
OF BLACK-AND-WHITE CATTLE**

Strizhkova M.V., Education Specialist

Konovalova T.V., Senior Teacher

Korotkevich O.S., Dr. of Biological Sc.

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: bulls, blood serum, macroelements, calcium, sodium, phosphorus, potassium, magnesium, breed.

Abstract. The authors outline that blood composition is a motile internal environment. Its hematological and biochemical parameters are changed in relation to animal genotype, age, sex, feeding conditions and keeping. The authors investigated concentration of macroelements in the blood serum of Black-and-White calves aged 18 months. The researchers selected blood serum from 26 healthy animals and defined biochemical and hematological parameters in the laboratory at the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University. The authors used photometer 5010 and standard methods of blood inspection. The research found out that the basic parameters varied within the standard. Increase of calcium concentration in the blood. There is no much information in scientific resources about relation between macroelements and hematological and biochemical parameters. The paper explores relations be-

tween macroelements accumulation in the organs and blood parameters. The average data on concentration of macroelements in the blood serum should be considered as a tentative standard for Black-and-White calves aged 1.5 year in Western Siberia. The researchers received positive and negative relations of macroelements in the blood serum. They revealed some correlations that can contribute to studying biochemical status of organism. The authors speak about interspecies differences that certify the role of heritance in the number of some macroelements in the organism.

Содержание в организме животного макро- и микроэлементов зависит от их концентрации в окружающей среде. Минеральный состав крови животного непостоянен и зависит от биологических особенностей организма, технологии кормления и содержания, физиологического состояния, сезона года, возраста, породной принадлежности. В организм макро- и микроэлементы попадают с пищей, далее всасываются в кровь и распространяются по всем органам и тканям.

Исследования крови играют огромную роль для диагностики заболеваний, осуществления контроля над развитием болезни, эффективностью проведенного лечения. Следовательно, по химическому составу крови судят о физиологическом состоянии организма животных.

Гематологические и биохимические показатели сыворотки крови связаны с обменом макро- и микроэлементов, отражают породные особенности животных, общее состояние организма. На состав крови оказывают огромное влияние возраст, пол, физиологическое состояние, условия кормления и содержания.

Чтобы оценить элементный статус организма, в клинической лабораторной диагностике используют анализ сыворотки и плазмы крови. Определение конкретного элемента в сыворотке или плазме крови отражает текущее состояние его обмена, так как они являются транспортной средой, в которой элемент находится от момента его резорбции из желудочно-кишечного тракта до поступления к месту осуществления физиологического действия или депонирования, а также экскреции из организма. Информация, которую получают с помощью анализа сыворотки или плазмы крови, показывает взаимосвязи обмена между различными органами.

Определение биохимического и химического статуса позволяет селекционеру иметь более полное представление о состоянии животных. Интерьер рассматривается как совокупность морфо-физиологических особенностей организма, связанных с продуктивными качествами животных. Важное значение имеет изучение ге-

нофонда и фенотипа пород сельскохозяйственных животных Западной Сибири [1, 2]. Одной из характеристик интерьера животного являются гематологические показатели. Кровь переносит питательные и биологически активные вещества, выполняя общую регуляцию жизненно важных функций организма [3, 4]. Кровь вместе с лимфой и тканевой жидкостью образует внутреннюю среду организма. Поддержание постоянства состава внутренней среды необходимо для нормальной жизнедеятельности органов и тканей. Различные факторы внешней среды влияют на интерьерные параметры животных [5–7].

Как показывают многочисленные исследования, кровь, несмотря на сравнительное постоянство состава, представляет собой лабильную систему, и ее морфологические показатели изменяются в зависимости от породной принадлежности, генотипа животных, их возраста, условий содержания и кормления, уровня продуктивности [8–12].

Содержание и обмен макро- и микроэлементов в крови, безусловно, являются важнейшими показателями физиологического состояния организма [13]. Но минеральный состав крови животных не постоянен, он может меняться в зависимости от биологических особенностей организма, технологии выращивания, окружающей среды. Гематологический, биохимический и химический состав тканей и органов является важным параметром оценки интерьера животных [14–18].

Цель исследований – установить содержание макроэлементов в крови крупного рогатого скота черно-пестрой породы в условиях Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проведены в экологически чистом Убинском районе Новосибирской области. В этом районе содержание тяжелых металлов в почве, воде, грубых кормах и зерне не превышало предельно допустимых концентраций (ПДК) [19–21].

В опытах использованы бычки черно-пёстрой породы в возрасте 18 месяцев [22, 23]. Были отобраны пробы крови от 26 клинически здоровых животных. Концентрацию макроэлементов в сыворотке крови определяли в биохимической лаборатории кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ на фотометре 5010, используя унифицированные методы исследования крови. Гематологические показатели определяли общепринятыми методами [24, 25]. Уровень макроэлементов в органах и тканях определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии в Аналитическом центре коллективного пользования Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН.

Результаты исследований обработаны статистически с использованием программы STATISTICA 6, StatSoft Inc. (USA). Достоверность разно-

сти между средними значениями двух выборочных совокупностей определяли с помощью критерия Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание макро- и микроэлементов в органах и тканях является важным показателем при оценке интерьера животных и использовании в качестве маркера аккумуляции тяжелых металлов в органах и тканях различных видов животных [26–31].

Изучен средний популяционный уровень макроэлементов в сыворотке крови у бычков черно-пестрой породы (табл. 1).

Содержание магния и фосфора находилось в пределах физиологической нормы. Выявлен

Таблица 1

Содержание макроэлементов в сыворотке крови, ммоль/л
Concentration of macroelements in the blood serum, mmol/l

Элементы	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	DI	$\sigma \pm S_{\sigma}$	$Cv \pm S_{Cv}$	Lim	Отношение крайних вариантов
Хлориды	81,20±3,12	77,04–85,36	15,60±2,2	19,20±2,7	36,70–99,30	1:2,7
Магний	0,90±0,08	0,75–1,05	0,40±0,06	42,0±6,1	0,20–2,10	1:10,5
Кальций	5,30±0,4	4,42–6,18	2,30±0,3	44,60±6,2	0,59–8,78	1:14,8
Фосфор	1,60±0,2	1,21–1,99	1,03±0,3	63,40±8,90	0,47–5,06	1:10,7

повышенный уровень кальция по сравнению с физиологической нормой. При химическом исследовании сыворотки крови обнаружено небольшое снижение хлоридов по сравнению с физиологической нормой. Этот показатель характеризует кислотно-щелочной гомеостаз организма. Наименьшая вариация наблюдалась по хлоридам, изменчивость которых в 3 раза ниже, чем фосфора. Отношение крайних вариантов концентрации макроэлементов в основном мало различается. Только по хлоридам отношение крайних вариантов было относительно низким.

В организме хлор находится преимущественно в ионизированном состоянии. Данный элемент участвует в поддержании кислотно-основного равновесия между плазмой и эритроцитами, осмотического равновесия между кровью и тканями, баланса воды в организме. Кальций участвует в построении скелета, поддержании процесса свертывания крови, передаче нервных импульсов [28]. В крови половина кальция связана с белком, оставшаяся часть – это ионы кальция. Обмен кальция регулируется паратиреоидным гормоном, кальцитонином и производными витамина D [28].

Магний является внутриклеточным катионом. Он играет важную роль в регуляции нервно-мышечной активности сердца, укрепляет нормальный сердечный ритм, необходим для метаболизма кальция и витамина С. Основная масса (55–60%) магния содержится в крови в ионизированной форме (растворимый магний), 14–50% (в среднем 30%) связано с белками, а 10–15% входит в состав комплексных соединений с липидами и нуклеотидами.

Фосфор необходим для образования костной ткани и энергетического обмена в клетках. В клетках крови фосфор встречается только в составе органических соединений, а в сыворотке крови содержатся в основном неорганические фосфаты [28].

У исследованных животных уровень кальция превышал верхнюю границу физиологической нормы. В исследованной выборке имеется 76,9% животных с уровнем кальция в крови выше верхней границы нормы и 7,69% с показателем ниже минимального значения нормы. В норме у животных соотношение кальция и фосфора составляет 1,6: 2. Снижение кальциево-фосфорного отношения до 1,5 или увеличение его более 3,0 свиде-

тельствует о нарушении фосфорно-кальциевого обмена. У исследованных животных отношение кальция к фосфору составляет 3,3. Небольшая гиперкальциемия может быть связана с приемом кормов с большим содержанием кальция при высококонцентратном типе кормления. Известно, что кальций способен снизить усвоение магния, потому что данные макроэлементы делят между собой общую систему транспорта в кишечнике. Отношение содержания кальция к содержанию магния в рационе должно быть 2:1. Необходимо проводить анализ содержания магния в сыворотке крови как фактора, приводящего к вытеснению кальция из организма. В наших исследованиях уровень магния и фосфора находился в пределах физиологической нормы. Комплексное ис-

следование содержания тяжелых металлов в почве, воде, грубых кормах и зерне в экологически чистом районе Западной Сибири показало, что их величина не превышала ПДК [23]. Поэтому полученные концентрации макроэлементов в сыворотке крови можно предварительно принять за экологическую норму для молочного скота чернопестрой породы в данных условиях среды.

В литературе недостаточно информации о корреляциях уровней макроэлементов в органах с гематологическими и биохимическими показателями у животных. Нами изучена связь аккумуляции макроэлементов в органах с гематологическими показателями. Выявлен ряд корреляций, на основании которых может быть проведено тестирование биохимического статуса организма (табл. 2).

Таблица 2

Корреляции химических элементов в сыворотке крови (с.к.) и мышцах
Correlation of chemical elements in the blood serum and muscles

Коррелирующие показатели	г	Коррелирующие показатели	г	Коррелирующие показатели	г
Са с.к. – Mg с.к.	0,44*	К с.к. – P мышцы	-0,45*	Mg с.к. – Са селезенка	-0,58**
Са с.к. – Са мышцы	0,44*	К с.к. – Mg печень	-0,47*	Na с.к. – P мышцы	0,45*
Са с.к. – Mg сердце	0,48*	К с.к. – Na легкие	0,47*	Na с.к. – К легкие	0,50*
Са с.к. – Са селезенка	-0,44*	К с.к. – Са селезенка	-0,59**	Na с.к. – Mg легкие	0,43*
Са с.к. – Na селезенка	-0,43*	К с.к. – Na селезенка	-0,43*	Na с.к. – P легкие	0,49*
Mg с.к. – К с.к.	0,52**	P с.к. – Са печень	-0,39*	Na с.к. – P с.к.	0,51**

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

Интересен вопрос о закономерностях связи уровней макроэлементов между различными органами и тканями. По концентрации некоторых макроэлементов в сыворотке крови можно предвидеть уровень этих же элементов в органах. Так, например, по уровню содержания кальция в сыворотке крови можно предположить его содержание в мышцах и селезенке, а по уровню калия в крови можно установить содержание натрия в легких и, наоборот, по уровню натрия в сыворотке крови определить содержание калия в легких.

Установлено что в сыворотке крови существуют средние положительные достоверные корреляции между кальцием и магнием, магнием и калием, натрием и фосфором.

Больше всего достоверных корреляций было получено между калием в сыворотке крови и различных органах. Калий преимущественно находится в межклеточном веществе. Следовательно, когда орган находится в активном состоянии, его концентрация в органе увеличивается, и возникает положительная корреляция. Когда орган в состоянии покоя, калий находится внутри клетки.

Между натрием в сыворотке крови и различных органах были получены четыре положительные корреляции.

Между кальцием в сыворотке крови и различных органах были получены пять пар достоверных корреляций, две отрицательные и три положительные. Кальций является внутриклеточным мессенджером. Концентрация ионов кальция в цитоплазме нестимулированной клетки очень низкая. Низкий уровень поддерживается кальциевыми АТФ-азами (кальциевыми насосами) и натрий-кальциевыми обменниками. Резкое повышение концентрации ионов кальция в цитоплазме происходит в результате открывания кальциевых каналов плазматической мембраны.

ВЫВОДЫ

1. Минеральный состав сыворотки крови в основном находится в пределах физиологической нормы. Полученные средние популяционные данные о содержании макроэлементов в сыворотке крови можно рассматривать как предваритель-

ную норму для бычков черно-пестрой породы в возрасте 1,5 года в условиях Западной Сибири.

2. Выявлены положительные и отрицательные связи макроэлементов в сыворотке крови. Уровень некоторых макроэлементов в сыворотке крови коррелировал с их содержанием в органах и тканях. Ряд химических показателей крови коррелировали с содержанием макроэлементов в органах и тканях. Уровень кальция в сыворотке крови связан с концентрацией кальция в мышцах

и селезенке и натрия в селезенке. Содержание кальция в сыворотке крови коррелировало с уровнем фосфора в мышцах, магний в печени, натрия в легких и селезенке, кальций в селезенке. Заявлены межвидовые различия по содержанию некоторых элементов, что свидетельствует об определенной роли наследственности в обусловленности уровня некоторых макроэлементов в организме.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ (проект № 15–16–30003).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Direct determination of copper. Lead and cadmium in the whole bovine blood using thick film modified graphite electrodes* / T. V. Skiba, A. R. Tsygankova, S. N. Borisova [et al.] // *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Vol. 9, N6. – P. 958–964.
2. *Single nucleotide polymorphism in dairy cattle populations of West Siberia* / O. S. Korotkevich, M. P. Lyukhanov, V. L. Petukhov [et al.] // *Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. – Vancouver, Canada, 2014.
3. *Способ оценки кадмия в печени и легких крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 2548774* / О. С. Короткевич, К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова [и др.]. – 2015.
4. *Стрижкова М. В.* Межпородные различия по уровню макро-и микроэлементов в мышечной ткани крупного рогатого скота Западной Сибири [Электрон. ресурс] // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 2. – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/pdf/2015/2-10/37375.pdf>. – (Дата обращения: 25.11.2017).
5. *Способ определения содержания свинца в органах крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS № 2421726 08.04.* В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, Стрижкова М. В. [и др.] – 2010.
6. *Способ определения содержания кадмия в мышечной ткани крупного рогатого скота: пат. на изобретение RUS 2426119* / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, А. И. Желтиков, Т. В. Петухова. – 2010.
7. *Способ стимуляции репродуктивных качеств свиноматок: пат. на изобретение RUS 2377772* / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, О. И. Себежко, Т. В. Петухова. – 2008.
8. *Хиггинс К.* Расшифровка клинических лабораторных анализов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 376 с.
9. *Деева В. С., Бабенкова И. М., Романова В. В.* Ирменский тип чёрно-пёстрого скота: характеристика и селекционно-биологические признаки. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 2009. – 135 с.
10. *Characterizing physiological status in three breeds of bulls reared under ecological and climate condition of the Altay Region* / L. V. Osadchuk, M. A. Kleshev, O. I. Sebezsko [et al.] // *Irai Journal of Veterinary Sciences*. – 2017. – Vol.31, N1. – P. 35–42.
11. *Influence of anthropogenic pollution of interior parameters accumulation of heavy metals in organs and the resistance to disorders in the Yak pollution in the Republic of Tyva* / O. I. Sebezsko, V. L. Petukhov, R. B. Chysyma [et al.] // *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*. – 2017. – Vol. 9, N 9. – P. 1530–1535.
12. *Иммуногенетические системы сывороточных белков крови свиней* / В. Л. Петухов, А. И. Желтиков, М. Л. Кочнева [и др.] // *Рос. с.-х. наука*. – 2003. – № 5. – С. 38–40.
13. *Устойчивость красного степного скота Алтайского края к некоторым заболеваниям* / В. В. Ильин, А. И. Желтиков, О. С. Короткевич, Т. В. Коновалова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2014. – № 4. – С. 65–68.
14. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание марганца в некоторых органах бычков черно-пестрой породы // *Зоотехния*. – 2013. – № 4. – С. 18.
15. *Ефанова Ю. В., Нарожных К. Н., Короткевич О. С.* Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // *Главный зоотехник*. – 2012. – № 11. – С. 30–33.

16. *Зайко О. А., Короткевич О. С., Петухов В. Л.* Содержание макро- и микроэлементов в печени свиней скороспелой мясной породы (СМ-1) и их связи с уровнем свободных аминокислот в сыворотке крови // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2013. – № 5. – С. 51–53.
17. *Ильин В. В., Желтиков А. И., Короткевич О. С.* Изучение некоторых продуктивных и биологических особенностей красного степного скота Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 68–41.
18. *Стрижкова М. В., Короткевич О. С., Коновалова Т. В.* Изменчивость и взаимосвязи макроэлементов в печени крупного рогатого скота черно-пестрой породы [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14532>. – (Дата обращения: 01.09.2017).
19. *Cadmium level in soil, coarse fodder grain, organs and muscle tissue of cattle West Siberia / V.L. Petukhov, A.I. Syso, K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova [et al.] / Proceeding of the International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2016. – Vol. 7, N 4. – P. 1758–1764.*
20. *Copper content in hair and feather in different species reader in Western Siberia / T.V. Konovalova, K.N. Narozhnykh, V.L. Petukhov [et al.] // J. of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. – Vol. 44. – P.74.*
21. *Ecological and biochemical evaluation of elements contents in soils and fodder grasses of the agricultural lands of Siberia / A.I. Syso, V.A. Sokolov, V.L. Petukhov [et al.] // J. Pharm. Sci. and Res. – 2017. – Vol. 9, N 4. – P. 368–374.*
22. *Iron content in soil, water, fodder, grain, organs and muscular tissues in cattle of Western Siberia (Russia) / K.N. Narozhnykh, T.V. Konovalova, J.I. Fedyev [et al.] // Indian J. of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N 2. – P. 217–220.*
23. *Стрижкова М. В., Короткевич О. С.* Содержание макроэлементов в органах и тканях крупного рогатого скота // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2008. – № 5. – С. 89–93.
24. *Стрижкова М. В., Петухова Т. В., Короткевич О. С.* Содержание свинца в органах и тканях бычков черно-пестрой породы // Главный зоотехник. – 2011. – № 6. – С. 66–68.
25. *Короткевич О. С., Желтикова О. А., Петухов В. Л.* Биохимические, гематологические параметры и аккумуляция тяжелых металлов в органах и тканях свиней скороспелой мясной породы // Докл. Рос. акад. с.-х. наук. – 2009. – № 4. – С. 41–43.
26. *Генофонд и фенотип сибирской северной породы и черно-пестрой породной группы свиней / В. Л. Петухов, В. Н. Тихонов, О. С. Короткевич [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, 2012. – 579 с.*
27. *Стрижкова М. В.* Содержание макроэлементов в селезенке крупного рогатого скота // Мир науки, культуры, образования. – 2013. – N 3(40). – С. 429–431.
28. *Comparative assessment of radioactive strontium and cesium contents in the feedstuffs and dairy products of Western Siberia / O.I. Sebezhko, V.L. Petukhov, V.A. Sokolov [et al.] // Indian J. of Ecology. – 2017. – Vol. 44, N 3. – P.662–666.*
29. *Закономерности аккумуляции тяжелых металлов в легких бычков герефордской породы в Западной Сибири / К. Н. Нарожных, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 1447.*
30. *Особенности накопления и корреляции тяжелых металлов в чешуе судака Новосибирского водохранилища / И. С. Миллер, Т. В. Коновалова, О. С. Короткевич [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–11. – С. 2469–2473.*
31. *Нарожных К. Н., Коновалова Т. В., Короткевич О. С.* Корреляция убойной массы и содержания тяжелых металлов в органах бычков герефордской породы // Главный зоотехник. – 2015. – № 3. – С. 37–42.
32. *Фаткуллин Р.,* Гематологические показатели черно-пестрых и симментальских бычков на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. – 2007. – № 8. – С. 24–25.

REFERENCES

1. Skiba T.V., Tsygankova A.R., Borisova S.N., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Osadchuk L.V., *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, Vol, 9, No. 6, pp. 958–964.
2. Korotkevich O.S., Lyukhanov M.P., Petukhov V.L., Yudin N.S., Konovalova T.V., Sebezhko O.I., Kamaldinov E.V., (*Proceedings of the 10th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*), Vancouver, Canada, 2014.
3. Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Petukhov V.L., Sebezhko O.I., Zajko O.A., Kuptsov A.V., Grevtsov D.S., Miller I.S., Strizhkova M.V., *pat. na izobretenie RUS 2548774*, 2015.
4. Strizhkova M.V., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2, available at: <http://www.fundamental-research.ru/pdf/2015/2-10/37375.pdf> (November 25.2017).
5. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Strizhkova M.V., Kamaldinov E.V., Sebezhko O.I., Petukhova T.V., Sposob opredeleniya sodержaniya svintsya v organakh krupnogo rogatogo skota. *patent na izobretenie RUS № 2421726*, 08.04.2010.
6. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Zheltikov A.I., Petukhova T.V., Sposob opredeleniya sodержaniya kadmiya v myshechnoi tkani krupnogo rogatogo skota, *patent na izobretenie RUS 2426119*, 2010.
7. Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Sebezhko O.I., Petukhova T.V. Sposob stimulyatsii reproduktivnykh kachestv svinomatok, *patent na izobretenie RUS 2377772*, 2008.
8. Khiggins K. Rasshifrovka klinicheskikh laboratornykh analizov, Moscow, *Binom, Laboratoriya znanii*, 2008, 376 p.
9. Deeva, V.S., Babenkova I.M., Romanova V.V. *Irmenskii tip cherno-pestrogo skota: kharakteristika i selektsionno-biologicheskie priznaki* (Irmenian type of black-and-white cattle: kharakteristika and seksionno-biological signs), Novosibirsk, *RASKhN Sib. otd.*, 2009, 135 p. (In Russ.)
10. Osadchuk L.V., Kleshev M.A., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Shishin N.I., Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., *Irai Journal of Veterinary Sciences*, 2017, No. 1 (31). pp. 35–42.
11. Sebezhko O.I., Petukhov V.L., Chysyma R.B., Kuzmina E.E., Shishin N.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Zheltikov A.I., Marenkov V.G., Nezavitin A.G., Osadchuk L.V., *J. of Pharmaceutical Sciences and Research*, 2017, No. 9 (9), pp. 1530–1535.
12. Petukhov V.L., Zheltikov A.I., Kochneva M.L., Kamaldinov E.V., *Ros. s. – kh. Nauka*, 2003, No. 5, pp. 38–40. (In Russ.)
13. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S., Konovalova T.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 4, pp. 65–68. (In Russ.)
14. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Zootekhnika*, 2013, No. 4, p. 18. (In Russ.)
15. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2012, No. 11, p. 30–33. (In Russ.)
16. Zaiko O.A., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., *Dokl. Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2013, No. 5, pp. 51–53. (In Russ.)
17. Il'in V.V., Zheltikov A.I., Korotkevich O.S. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 2, pp. 68–41. (In Russ.)
18. Strizhkova M.V., Korotkevich O.S., Konovalova T.V. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 5, available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=14532>, (September 01.2017).
19. Petukhov V.L., Syso A.I., Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Sebezhko O.I., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., Soloshenko V.A., Myadelets M.A., Titova T.V., Tsygankova A.R., Saprykin A.I., *Proceeding of the International Journal of Advanced Biotechnology and Research*, 2016, No 4 (7), pp. 1758–1764.
20. Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., Petukhov V.L., Fedyaev Y.I., Shishin N.I., Sebezhko O.I., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., *J. of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2017, Vol. 44, p.74.
21. Syso A.I., Sokolov V.A., Petukhov V.L., Lebedeva M.A., Cherevko A.S., Sebezhko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., Narozhnykh K.N., Kamaldinov E.V., *J. Pharm. Sci. and Res.*, 2017, No. 4 (9), pp. 368–374.
22. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Fedyevev J.I., Shishin N.I., Syso A.I., Sebezhko O.I., Petukhov V.L., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Osadchuk L.V., *Indian J. of Ecology*, 2017, No. 2 (44), pp. 217–220.

23. Strizhkova M. V., Korotkevich O. S., *Sib. vestn. s. – kh. Nauki*, 2008, No. 5, pp. 89–93. (In Russ.)
24. Strizhkova M. V., Petukhova T. V., Korotkevich O. S. *Glavnyi zootekhnik*, 2011, No. 6, pp.66–68. (In Russ.)
25. Korotkevich O. S., Zheltikova O. A., Petukhov V.L. *Dokl. Ros. akad. s. – kh. Nauk*, 2009, No. 4, pp. 41–43. (In Russ.)
26. Petukhov V.L., Tikhonov V.N., Korotkevich O. S., Zheltikov A. I. Genofond i fenofond sibirskoi severnoi porody i cherno-pestroi porodnoi gruppy svinei (The geno-fund and the pheno-fund of Siberian and northern breeds and black-motley breed groups of swine), Novosibirsk, NGAU, 2012, p. 579.
27. Strizhkova M. V., *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*, 2013, No 3 (40), pp. 429–431.
28. Sebezshko O.I., Petukhov V.L., Sokolov V.A., Korotkevich O.S., Kamaldinov E.V., Syso A.I., Konovalova T. V., Marmuleva N.I., Narozhnykh K. N., Barinov E. Y., Osadchuk L. V., *Indian J. of Ecology*, 2017, No. 3 (44), pp. 662–666.
29. Narozhnykh K.N., Konovalova T. V., Korotkevich O. S., Petukhov V.L., Sebezshko O.I., *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, No. 6, p.1447. (In Russ.)
30. Miller I.S., Konovalova T. V., Korotkevich O. S., Petukhov V.L., Sebezshko O.I., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2014, No. 9 (11), pp. 2469–2473. (In Russ.)
31. Narozhnykh K.N., Konovalova T. V., Korotkevich O.S. *Glavnyi zootekhnik*, 2015, No. 3, pp. 37–42. (In Russ.)
32. Fatkullin R., *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2007. No. 8, pp. 24–25. (In Russ.)

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 619:612.438:636.934.57

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИМУСА НОВОРОЖДЕННЫХ ОСОБЕЙ АМЕРИКАНСКОЙ НОРКИ РАЗЛИЧНЫХ ОКРАСОЧНЫХ ГЕНОТИПОВ

Е.И. Земляницкая, аспирант

О.В. Распутина, доктор ветеринарных наук, доцент

И.В. Наумкин, кандидат биологических наук, доцент

М.А. Амироков, доктор ветеринарных наук

Новосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия

E-mail: raspulinaov@mail.ru

Ключевые слова: тимус, морфология, норка американская, корково-мозговой индекс, тельца Гассалья, генотип

Реферат. *Изучены гистоморфологические особенности структурной организации тимуса новорожденных щенков американской норки генотипов Standard (+/+ +/+), Sapphire (a/a p/p) и Lavender (a/a m/m). Было установлено, что в суточном возрасте тимус уже сформирован, паренхима долек разделена на корковую и мозговую зону. Более четкая корково-мозговая граница просматривается у норок генотипа Lavender, у норок генотипов Standard и Sapphire наблюдается размытость корково-мозговой границы. Максимальные значения относительной и абсолютной массы тимуса отмечены у норок генотипа Standard, минимальные наблюдались у норок генотипа Sapphire. В тимусе норчат генотипа Lavender площадь сечения дольки превышала данный показатель в других группах и составила $187516,50 \pm 20972,67$ мкм². У норок генотипов Standard и Sapphire площадь сечения дольки была примерно на одном уровне – $111941,40 \pm 13262,30$ и $114024,20 \pm 17013,83$ мкм². В тимусе норок генотипа Lavender отмечено расширение площади коркового вещества в сравнении с данным показателем у генотипов Standard и Sapphire. Корково-мозговой индекс у норок генотипа Sapphire имеет минимальное значение – $4,60 \pm 0,38$ и достигает максимума у норок генотипа Lavender – $7,57 \pm 0,85$. Тельца Гассалья встречаются не во всех дольках и представлены юными одноклеточными и простыми формами, многоклеточные слоистые тельца встречаются единично.*

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THYMUS OF NEWBORN AMERICAN MINK OF DIFFERENT COLOUR GENOTYPE

Zemlianitskaia E.I., PhD-student

Raspulina O.V., Dr. of Veterinary Sc., Associate Professor

Naumkin I.V., Candidate of Biology, Associate Professor

Amirokov M.A. Dr. of Veterinary Sc.

Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia

Key words: thymus, morphology, American mink, cortical/medullary ratio, Hassal's bodies, genotype.

Abstract. The paper explores hystomorphological peculiarities of thymus structure of newborn American minks of Standard (+/+ +/+), Sapphire (a/a p/p) and Lavender (a/a m/m) genotypes. The authors found out that minks aged 1 day have formed thymus, parenchyme of cones is divided into cortical and renal medulla. The authors observed clear cortical and medullary ration in Lavender minks and poor demarcation in Standard and Sapphire minks. Maximum parameters of relative and absolute mass of the thymus were observed in Standard minks and

minimum parameters – in Sapphire minks. The sectional area of cones in the thymus of Lavender minks was higher in comparison with other groups (187516.50±20972.67 mkm²). The sectional area of cones in the thymus of Standard and Sapphire minks didn't vary greatly and it was 111941.40±13262.30 and 114024.20±17013.83 mkm². The authors observed wider space of cortical substance in Lavender minks in comparison with this parameter in Standard and Sapphire minks. Cortical/medullary ratio of Sapphire minks has the lowest ration 4.60±0.38 and reaches its maximum in Lavender minks – 7.57±0.85. Hassal's bodies were observed not in all cones; they are seen as single-cell and simple forms whereas multicellular amyloaceous corpuscles are rarely observed.

Тимус является центральным органом иммуногенеза и обеспечивает дифференцировку и пролиферацию предшественников Т-лимфоцитов [1–3], определяет состояние периферических органов иммунитета, а также выраженность защитных реакций всего организма [2]. У новорожденного организма тимус является самым крупным лимфоидным органом, полностью сформированным и активно выполняющим свою функцию [4]. Это обусловлено рядом факторов – необходимостью обеспечения адекватной реакции на родовой стресс, усилением антигенной стимуляции систем иммунитета, возникающей при рождении, а также физиологической недостаточностью гуморального звена иммунитета в данный период [1, 4–7].

В неонатальный период, за счет перестройки, абсолютная масса тимуса растет, как и площадь корковой зоны долек, увеличивается количество тимических телец в мозговой зоне, что связано с активацией лимфоцитопоэза в тимусе и является одним из показателей функциональной активности тимуса в данный период [3, 8, 9].

Морфологические показатели тимуса, его объём и масса имеют значительные видовые и породные особенности [1, 5, 10, 7]. В процессе domestikации норки в звероводческих хозяйствах под действием мутаций, затрагивающих окраску мехового покрова, получено большое число комбинативных окрасочных форм [11]. Данные формы имеют не только вариации окрасок меха, но и отличаются между собой морфологическими и другими признаками [12–15]. Поэтому знание базовых параметров по нормальной морфологии и физиологии тимуса норок с учетом особенностей генотипа необходимо при проведении исследований в биомедицинском направлении, испытании различных препаратов, а также с целью правильной организации профилактических и лечебных мероприятий в звероводстве.

За последнее время в литературе в значительной степени возросло число специализированных работ, посвященных изучению возрастной морфологии тимуса. Подробно тимус описан у человека, крыс, домашней птицы (индюки, куры), а также домашних животных (корова, свинья, со-

бака). Однако данных по морфологии тимуса американской норки в постэмбриональном онтогенезе недостаточно.

В связи с этим целью исследования явилось изучение морфологических и топографических особенностей тимуса новорожденных щенков американской норки генотипов *Standard* (+/+ +/+), *Sapphire* (a/a p/p) и *Lavender* (a/a m/m).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперимент выполнен на кафедре акушерства, анатомии и гистологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики СО РАН (ЦКП Генофонды пушных и сельскохозяйственных животных). В эксперименте использованы самки и самцы новорожденных норок генотипов *Standard* (+/+ +/+), *Sapphire* (a/a p/p), *Lavender* (a/a m/m), по 4 животных каждого генотипа.

Для изучения морфологии тимуса использовали метод препарирования. Абсолютную массу тимуса определяли в граммах путем взвешивания на аналитических весах Ohaus Scout pro (дискретность 0,01 г). Относительную массу рассчитывали как отношение абсолютной массы тимуса к общей массе тушки со шкуркой, умноженное на 100. Забор, фиксацию материала, изготовление парафиновых блоков выполняли согласно общепринятым методикам [16]. Срезы тимуса толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином. Морфометрическое исследование проводили в программе обработки и анализа изображения Zeiss Efficient Navigation (ZEN). Для исследования использовали микроскоп Carl Zeiss Primo Star. В срезах тимуса определяли относительную площадь, занимаемую корковым и мозговым веществом дольки (в процентах), корково-мозговой индекс (отношение площади коркового вещества к площади мозгового вещества). В дольках тимуса в условной единице площади среза производили подсчет тимических телец, дифференциацию осуществляли согласно Л. Л. Якименко и др. [9], А. Г. Беловешкину [17]. Полученные данные подвергались статистической обработке с исполь-

зованием компьютерных программ Free matrix, Microsoft Office Excel. Достоверными считали данные с погрешностью меньше 5% ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Тимус новорожденных щенков изучаемых генотипов представлен хорошо развитой непарной грудной долей, расположенной в грудной полости в перикардиальном средостении впереди сердца. Начинается краниально на уровне 1–2-го межреберья, достигает каудально 5–6-го межреберья (рис. 1). Снаружи тимус покрыт умеренно напряженной блестящей капсулой. Имеет неправильную форму, бледно-розовую окраску и дольчатую структуру. Консистенция тимуса слабо уплотненная.

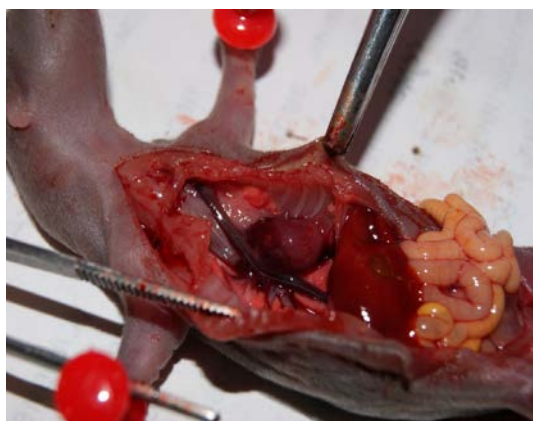


Рис. 1. Тимус новорожденного щенка норки генотипа *Lavender* (*a/a m/m*). Вид справа. Нативный препарат
Thymus of newborn *Lavender* (*a/a m/m*) mink.
Right view. Native specimen

Средние значения относительной и абсолютной массы тимуса находились в прямой зависимости от массы тела животного (табл. 1). Максимальные значения наблюдались у норок генотипа *Standard* – $0,180 \pm 0,033\%$ и $0,020 \pm 0,004$ г соответственно, минимальные – у норок генотипа *Sapphire*: $0,160 \pm 0,032\%$ и $0,015 \pm 0,003$ г. Разница данных показателей между генотипами была недостоверна.

При гистологическом изучении установлено, что тимус у американских норок имеет типичное для многих животных строение. От капсулы отходят соединительнотканые тяжи или перегородки, которые проникают на разную глубину внутрь органа, разделяя паренхиму на дольки разной формы и величины. Преобладает округло-овальная, овальная, многоугольная с закругленными краями форма долек.

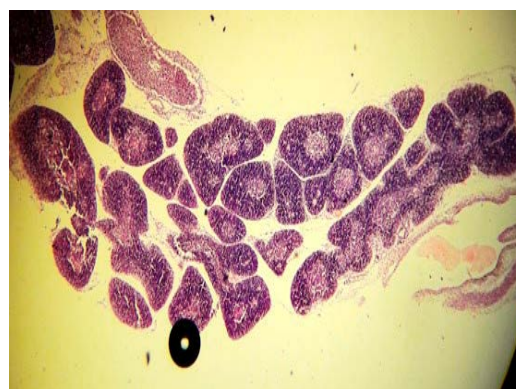
Таблица 1

Масса тимуса новорожденных щенят в возрасте 1 сутки

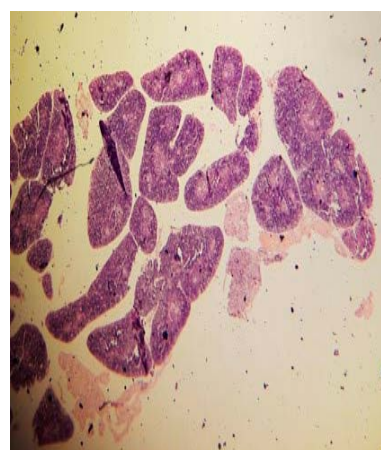
Thymus mass of newborn minks aged 1 day

Генотип	Абсолютная масса тела, г	Абсолютная масса тимуса, г	Относительная масса тимуса, %
<i>Standard</i> (+/+ +/+)	$11,22 \pm 0,75$	$0,02 \pm 0,004$	$0,18 \pm 0,033$
<i>Sapphire</i> (<i>a/a p/p</i>)	$9,65 \pm 0,55$	$0,015 \pm 0,003$	$0,16 \pm 0,032$
<i>Lavender</i> (<i>a/a m/m</i>)	$10,68 \pm 0,39$	$0,018 \pm 0,003$	$0,17 \pm 0,025$

У всех генотипов отмечены на срезах крупные полиморфные дольки с неразделенной паренхимой, в которых соединительнотканые прослойки проникают в глубь паренхимы, прорезая её, но не формируя отдельные дольки (рис. 2). Наибольшее количество таких долек в тимусе новорожденных щенков норок генотипов *Sapphire* (*a/a p/p*) и *Lavender* (*a/a m/m*).



а



б

Рис. 2. Крупные неразделенные дольки тимуса новорожденных щенков норки: а – генотип *Lavender* (*a/a m/m*), б – генотип *Sapphire* (*a/a p/p*). Окраска гематоксилин-эозином. $\times 40$

Large nonseparated cones of thymus of newborn minks:
а – *Lavender* (*a/a m/m*) genotype,
б – *Sapphire* (*a/a p/p*) genotype.
Colouring with haematoxylin- eosin $\times 40$

Дольки содержат корковое и мозговое вещество (рис. 3). Выраженность границы между корковым и мозговым веществом отличалась у новорожденных норчат по генотипам. На препаратах тимуса щенков генотипа *Lavender* (*a/a m/m*) корково-мозговая граница выражена четко, а у 75% щенков генотипов *Standard* (*+/+ +/+*) и *Sapphire* (*a/a p/p*) отмечается размытость корково-мозговой границы (рис. 4).

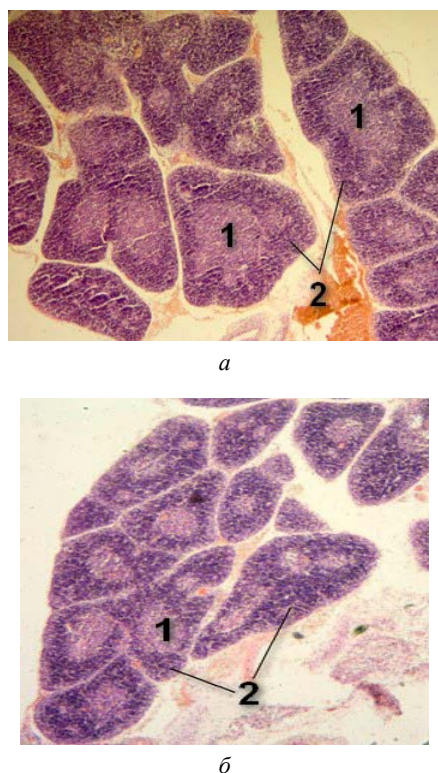
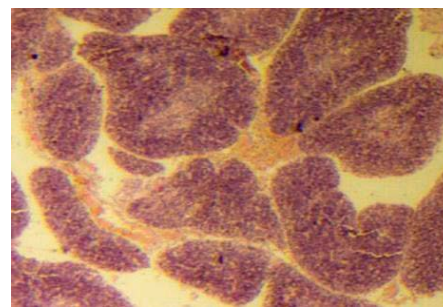


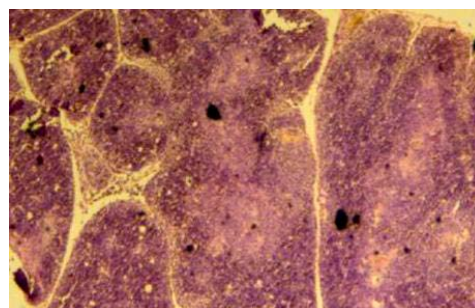
Рис. 3. Тимус новорожденных щенков: а – генотип *Standard* (*+/+ +/+*); б – генотип *Sapphire* (*a/a p/p*); 1 – мозговое вещество; 2 – корковое вещество. Окраска гематоксилин-эозином. $\times 40$

Thymus of newborn minks: а – *Standard* (*+/+ +/+*) genotype; б – *Sapphire* (*a/a p/p*) genotype; 1 – cortical substance; 2 – cortical substance. Colouring with haematoxylin- eosin. $\times 40$

Корковое вещество расположено по периферии, характеризуется более темной окраской вследствие более плотного расположения тимоцитов. Мозговое вещество имеет более светлую окраску вследствие меньшего содержания лимфоцитов, располагается центрально, в нем просматриваются макрофаги, эпителиальные клетки, формирующие остов паренхимы. Для мозгового вещества характерно наличие тимических телец, находящихся на разных стадиях развития. У новорожденных норчат данных генотипов они представлены юными одноклеточными и простыми формами, единично – многоклеточными



а



б

Рис. 4. Размытость корково-мозговой границы у новорожденных щенков норок: а – генотип *Standard* (*+/+ +/+*); б – генотип *Sapphire* (*a/a p/p*). Окраска гематоксилин-эозином. $\times 40$

Blurring of cortical medullary border of newborn minks: а – *Standard* (*+/+ +/+*) genotype, б – *Sapphire* (*a/a p/p*) genotype. Colouring with haematoxylin- eosin. $\times 40$

слоистыми тельцами. Встречаются дольки, не имеющие тимических телец.

В некоторых крупных дольках тимуса новорожденных норчат мозговое вещество располагается в нескольких локусах (2–3), более крупный локус в таких случаях чаще располагается центрально, мелкие – на периферии дольки (рис. 5). Встречаются отдельные дольки без деления на корковое и мозговое вещество.

Результаты морфометрических исследований тимуса новорожденных щенков изучаемых генотипов представлены в табл. 2.

Проведённые исследования показали, что размеры долек тимуса имеют достоверные отличия в зависимости от генотипа ($p \leq 0,05$). Максимальная площадь сечения дольки была отмечена в тимусе норчат генотипа *Lavender* – $187516,50 \pm 20972,67$ мкм². Данный показатель у норок генотипов *Standard* и *Sapphire* был примерно на одном уровне и составил $111941,40 \pm 13262,30$ и $114024,20 \pm 17013,83$ мкм² соответственно.

Площадь сечения мозгового и коркового вещества имела ту же тенденцию: максимальное значение наблюдалось у норок генотипа *Lavender*, минимальное – у генотипа *Standard*.

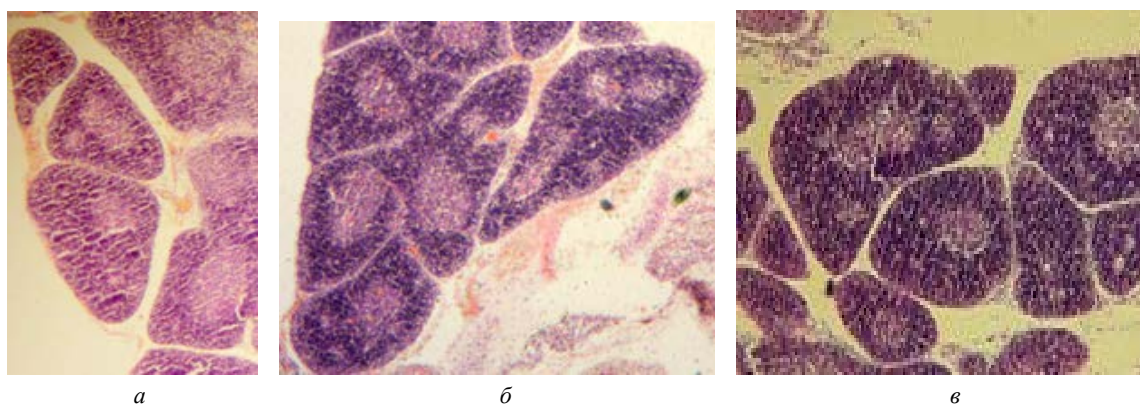


Рис. 5. Дольки тимуса новорожденных норков с расположением мозгового вещества в нескольких локусах: а – генотип *Standard* (+/+ +/+); б – генотип *Sapphire* (a/a p/p); в – генотип *Lavender* (a/a m/m).
Окраска гематоксилин-эозином. × 40

Cones of newborn minks thymus with cortical substances in several locuses: a –Standard (+/+ +/+) genotype; b –Sapphire (a/a p/p) genotype; c –Lavender (a/a m/m) genotype; 1 – cortical substance. Colouring with haematoxylin- eosin. × 40

Таблица 2

Морфометрические показатели тимуса новорожденных щенков американской норки
Morphometric parameters of the thymus of newborn American minks

Генотип	Площадь сечения дольки, мкм ²	Площадь сечения мозгового вещества	Площадь сечения коркового вещества	Корково-мозговой индекс
<i>Standard</i>	111941,40±13262,30*	<u>21711,12±2667,96</u> 18,43±1,43	<u>103769,00±10881,22*</u> 81,59±1,43	5,80±0,80
<i>Sapphire</i>	114024,20±17013,83*	<u>27433,28±4520,90</u> 9,17±0,99	114752,90±15949,62 80,82±0,99	4,60±0,38**
<i>Lavender</i>	187516,50±20972,67	<u>30184,20±6016,89</u> 14,23±4,11	<u>160104,70±16725,88</u> 85,77±4,11	7,57±0,85

Примечание. В числителе – мкм², в знаменателе –%.

* Достоверные отличия данных генотипов *Standard* или *Sapphire* от данных генотипа *Lavender* при p≤0,05.

** Достоверные отличия данных генотипа *Sapphire* от данных генотипа *Lavender* при p<0,01.

При выражении площади коркового и мозгового вещества в процентах от общей площади дольки можно увидеть, что в тимусе норков генотипа *Lavender* происходит расширение площади коркового вещества до 85,77±4,11% в сравнении с данным показателем у генотипов *Standard* (81,59±1,43%) и *Lavender* (80,82±0,99%). Об этом свидетельствует и разница в значении корково-мозгового индекса, представляющего собой отношение площади сечения коркового и мозгового вещества. У норков генотипа *Sapphire* он имеет минимальное значение – 4,60±0,38, а максимума достигает у норков генотипа *Lavender* – 7,57±0,85 (p<0,01). Это может свидетельствовать об усилении функциональной активности тимуса у норков данного генотипа, так как функциональное значение коркового вещества тимуса заключается в дифференцировке незрелых тимоцитов [4].

ВЫВОДЫ

1. Тимус щенков исследуемых генотипов представлен непарной грудной долей и расположен в грудной полости в перикардиальном средостении впереди сердца. Начинается краниально на уровне 1–2-го межреберья и достигает каудально 5–6-го межреберья. Максимальные значения относительной и абсолютной массы тимуса наблюдались у норков генотипа *Standard*, минимальные – у норков генотипа *Sapphire*.

2. Дольчатый рисунок тимуса выражен, преобладает округло-овальная, овальная, многоугольная с закругленными краями форма. В тимусе новорожденных щенков норков генотипов *Sapphire* (a/a p/p) и *Lavender* (a/a m/m) отмечены крупные полиморфные дольки с неразделенной паренхимой.

3. У щенков генотипа *Lavender* (a/a m/m) корково-мозговая граница выражена четко, а у 75% щенков генотипов *Standard* (+/+ +/+) и *Sapphire*

(*a/a p/p*) отмечается размытость корково-мозговой границы.

4. Тельца Гассалья в мозговом слое представлены юными одноклеточными и простыми формами, единично – многоклеточными слоистыми тельцами. Встречаются дольки, не имеющие тимических телец.

5. Максимальная площадь сечения дольки была отмечена в тимусе норчат генотипа

Lavender – $187516,50 \pm 20972,67$ мкм². Данный показатель у норок генотипов *Standard* и *Sapphire* был примерно на одном уровне: $111941,40 \pm 13262,30$ и $114024,20 \pm 17013,83$ мкм².

6. В тимусе норок генотипа *Lavender* происходит расширение площади коркового вещества до $85,77 \pm 4,11\%$ в сравнении с данным показателем у генотипов *Standard* ($81,59 \pm 1,43\%$) и *Lavender* ($80,82 \pm 0,99\%$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Биологические основы ветеринарной неонатологии: монография / Х.Б. Баймишев, Б.В. Криштофорова, В.В. Лемещенко [и др.]. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – 452 с.*
2. *Бобрышева И.В. Морфофункциональные особенности тимуса крыс различных возрастных периодов после экспериментальной иммуносупрессии // Вестн. ВГМУ. – 2014. – Т. 13, № 1. – С. 48–55.*
3. *Захаров А.А. Изменение в строении тимуса белых крыс после применения имунофана // Морфология. – 2008. – Т. II, № 3. – С. 34–38.*
4. *Кузьменко Л.Г., Киселев Н.М., Симонова А.В. Старение и тимус // Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15, № 1. – С. 170–175.*
5. *Марасулов А.А. Морфология органов и тканей иммунной системы у кроликов в возрастном аспекте: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Бишкек, 2011. – 25 с.*
6. *Титова Н.Д. Развитие системы иммунитета плода, новорожденного и детей раннего возраста // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2007. – № 7. – С. 38–46.*
7. *Фисенко С.П. Морфологическая характеристика щитовидной железы и тимуса молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Саранск, 2010. – 27 с.*
8. *Морфологическая характеристика тимуса и селезенки при воздействии факторов различного происхождения / А.Г. Кварацхелия, С.В. Ключкова, Д.Б. Никитюк [и др.] // Журнал анатомии и гистопатологии. – 2016. – Т. 5, № 3. – С. 77–83.*
9. *Морфофункциональные особенности телец Гассалья тимуса позвоночных / Л.Л. Якименко, И.М. Луппова, А.А. Мацинович [и др.] // Уч. зап. УО ВГАВМ. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 150–153.*
10. *Турицина Е.Г. Морфологические и этиологические аспекты акцидентальной инволюции тимуса птиц // Аграр. вестн. Урала. – 2009. – № 12. – С. 74–76.*
11. *Трапезов О.В., Трапезова Л.И. Воспроизводящаяся коллекция окрасочных генотипов американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) на экспериментальной звероферме Института цитологии и генетики СО РАН // Вестн. ВОГиС. – 2009. – Т. 13, № 3. – С. 554–570.*
12. *Ильина Т.Н., Илюха В.А., Калинина С.Н. Влияние генотипа на сезонные изменения антиоксидантной системы и изоферментного спектра лактатдегидрогеназы американских норок (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Вестн. ВОГиС. – 2007. – Т. 11, № 1. – С. 145–154.*
13. *Свечкина Е.Б., Тютюнник Н.Н. Изменение в ходе промышленной доместикации активности пищеварительных ферментов у различных генотипов американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Там же. – С. 99–108.*
14. *Трапезов О.В., Маркель А.Л. Влияние мутаций окраски на функцию надпочечников при хроническом кормовом стрессе у американской норки // Генетика. – 1989. – Т. 25, № 3. – С. 508–512.*
15. *Узенбаева Л.Б., Трапезов О.В., Кижина А.Г. Влияние мутаций, затрагивающих окраску меха, на структуру лейкоцитов крови у американской норки (*Mustela vison* Schreber, 1777) // Генетика. – 2011. – Т. 47, № 1. – С. 87–94.*
16. *Хонин Г.А., Барашикова С.А., Семченко В.В. Морфологические методы исследования в ветеринарной медицине: учеб. пособие. – Омск: Ом. обл. тип., 2004. – 198 с.*
17. *Беловешкин А.Г. К вопросу о классификации телец Гассалья тимуса человека // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 631–634.*

REFERENCES

1. Baimishev Kh.B., Krishtoforova B.V., Lemeshchenko V.V., *Biologicheskie osnovy veterinarnoi neonatologii* (Biological basis of veterinary neonatology), 2013, Samara, RITc SGCXA, 452 p.
2. Bobrysheva I.V., *Vestn. VGMU*, 2014, No. 1 (13), pp. 48–55. (In Russ.)
3. Zakharov A.A. *Morfologiya*, 2008, No. 3 (2), pp. 34–38. (In Russ.)
4. Kuzmenko L.G., Kiselev N.M., Simonova A.V., *Zdorove i obrazovanie v XXI veke*, 2013, No. 1 (15), pp. 170–175. (In Russ.)
5. Marasulov A.A. *Morfologiya organov i tkanei immunnnoi sistemy u krolikov v vozrastnom aspekte: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*, 2011, Bishkek, 25 p.
6. Titova N.D., *Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya*, 2007, No. 7, pp. 38–46. (In Russ.)
7. Fisenko S.P., *Morfologicheskaya kharakteristika shchitovidnoi zhelezy i timusa molodniaka krupnogo rogatogo skota cherno-pestroi porody: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk*, 2010, Saransk, 27 p.
8. Kvaratckheliya A.G., Klochkova S.V., Nikitiuk D.B., *Zhurnal anatomii i gistopatologii*, 2016, No. 3, pp. 77–83. (In Russ.)
9. Iakimenko L.L., Luppova I.M., Matcinovich A.A., *Morfofunktsionalnye osobennosti teletc Gassalia timusa pozvonochnykh*, Uch. Zap. UO VGAVM, 2012, No. 1 (48), pp. 150–153. (In Russ.)
10. Turitcina E.G., *Agrar. vestn. Urala*, 2009, No. 12, pp. 74–76. (In Russ.)
11. Trapezov O.V., Trapezova L.I., *Vestn. VOGiS*, 2009, No. 3 (13), pp. 554–570. (In Russ.)
12. Ilina T.N., Iliukha V.A., Kalinina S.N., *Vestn. VOGiS*, 2007, No. 1 (11), pp. 145–154. (In Russ.)
13. Svehkina E.B., Tiutiunnik N.N., *Vestn. VOGiS*, 2007, No. 1 (11), pp. 99–108. (In Russ.)
14. Trapezov O.V., Markel A.L., *Genetika*, 1989, No. 3 (25), pp. 508–512. (In Russ.)
15. Uzenbaeva L.B., Trapezov O.V., Kizhina A.G., *Genetika*, 2011, No. 1 (47), pp. 87–94. (In Russ.)
16. Khonin G.A., Barashkova S.A., Semchenko V.V., *Morfologicheskie metody issledovaniia v veterinarnoi meditsine* (Morphological methods of research in veterinary medicine), 2004, Omsk, Om. obl. tip., 198 p.
17. Beloveshkin A.G., *Molodoi uchenyi*, 2013, No. 4, pp. 631–634. (In Russ.)

УДК 619:616.98:578.828.11

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТОК ПРОТИВОПАРАЗИТАРНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ТИТРЫ ПРОТИВОВИРУСНЫХ АНТИТЕЛ У ИНФИЦИРОВАННОГО ВЛКРС КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

С. И. Логинов, доктор биологических наук, старший научный сотрудник

А.С. Донченко, доктор ветеринарных наук, академик РАН

М.А. Амироков, доктор ветеринарных наук

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: logsi-nsk2@yandex.ru

Ключевые слова: лейкоз крупного рогатого скота, гематологическая диагностика, реакция иммунодиффузии, ивермек

Реферат. Проанализированы изменения гематологических показателей и титров противовирусных антител у инфицированных ВЛКРС телок после введения ивермека. У инфицированных вирусом лейкоза тёлочек, реагирующих в реакции иммунодиффузии, происходило достоверное снижение количества лейкоцитов и лимфоцитов в крови ($P < 0,05$), достигающее своего максимума на 7-й день после введения препарата. При этом одновременно достоверно повысилось количество нейтрофилов на 3–7-й дни ($P < 0,05$). К 14-му дню наблюдений показатели вернулись к исходным значениям до введения препарата. У не реагирующих в реакции иммунодиффузии тёлочек после введения ивермека аналогичные изменения были сглажены и недостоверны. У контрольных реагирующих и не реагирующих в реакции иммунодиффузии телок, которым не вводили ивермек, достоверных изменений в гематологической картине не выявлено. Отмечена тенденция к некоторому снижению титров антител к вирусу лейкоза в реакции иммунодиффузии у инфицированных тёлочек за весь период наблюдения до 28-го дня после введения ивермека (до $3,75 \log^2$). У контрольных инфицированных телок, реагирующих в реакции иммунодиффузии, которым не вводили ивермек, титры антител к вирусу лейкоза были несколько выше (до $5,00 \log^2$; $P > 0,05$). С учётом выявленных изменений в крови телок после введения ивермека предложены следующие рекомендации к срокам проведения диагностических лабораторных исследований на лейкоз крупного рогатого скота. После введения ивермека проведение гематологических исследований крупного рогатого скота на лейкоз следует начинать не ранее чем через 14 дней. Проведение серологических исследований крупного рогатого скота в реакции иммунодиффузии на лейкоз следует начинать не ранее чем через месяц после введения ивермека по причине возможного снижения титров антител и появления ложноотрицательных реакций.

INFLUENCE OF PROCESSINGS ANTI-PARASITIC DRUGS ON HEMATOLOGICAL PARAMETERS AND TITER ANTIVIRAL ANTIBODIES AT BLV-INFECTIVE HORNED CATTLE

S. I. Loginov, doctor of biological sciences, senior Researcher

A.S. Donchenko, Doctor of Veterinary Sciences, Academician of RAS

M.A. Amirokov, Doctor of Veterinary Sciences

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: leukemia of horned cattle, hematological diagnostics, reaction immunodiffusion, Ivermec.

Abstract. The changes of hematological parameters and titer antiviral antibodies at BLV-infective calfs after introduction Ivermec are analysed. At infected at virus leukemia calfs, reacting in reaction immunodiffusion are occurred authentic decrease in quantity of leukocytes and lymphocytosis in blood ($P < 0,05$), reaching the maximum for 7th day after preparation introduction. Thus the quantity neutrophilia for 3–7th days ($P < 0,05$) simultaneously has authentically raised. By 14th day of supervision

indicators have returned to reference values before preparation introduction. At not reacting in reaction immunodiffusion calfs after introduction Ivermec similar changes were smoothed and doubtful. At control reacting and not reacting in reaction immunodiffusion calfs which did not enter Ivermec, authentic changes in hematological parameters it is not revealed. The tendency to some decrease in a caption of antibodies to a virus leukemia in reaction immunodiffusion at infected calfs for all period of supervision till 28th day after introduction Ivermec (to 3,75 log₂) is noted. At control infected calfs, reacting in reaction immunodiffusion whom did not enter Ivermec, a caption of antibodies to a virus leukemia was a little above (to 5,00 log₂; P > 0,05). Taking into account the revealed changes in blood calfs after introduction Ivermec following recommendations to terms of carrying out of diagnostic laboratory researches on leukemia a horned cattle are offered. After introduction Ivermec carrying out hematological researches at horned cattle on leukemia should be begun not earlier than in 14 days. Carrying out serological researches at horned cattle in reaction immunodiffusion on leukemia should be begun not earlier than through for month after introduction Ivermec, because of possible decrease in a caption of antibodies and appearance of false negative reactions.

В последние десятилетия для противопаразитарных обработок в ветеринарной практике широко используют препараты группы макроциклических лактонов [1]. Они обладают широким спектром действия, высокой эффективностью, технологичны в применении. Однако наряду с положительными свойствами данная группа препаратов обладает побочным эффектом, проявляющимся в иммуносупрессивном действии и угнетении иммунной системы [2]. Например, был отмечен эффект кратного увеличения числа реагирующего на бруцеллез крупного рогатого скота в РСК-Р после введения гиподектина [3]. Подобные изменения в реагировании имеют важное значение и в лабораторной диагностике лейкоза крупного рогатого скота, от достоверности которой зависит эффективность оздоровительной работы при этой болезни. Исследователями установлено, что после введения биопрепаратов (вакцины, антигены) у инфицированных вирусом лейкоза (ВЛКРС) животных могут изменяться гематологическая картина крови и титры антител к ВЛКРС, что искажает результаты лабораторных исследований на лейкоз в период после применения препаратов [4–6]. Ряд исследователей предлагали включить в план сезонных ветеринарных обработок предварительную дегельминтизацию животных за 5–6 недель до проведения лабораторных и аллергических исследований на заразные болезни животных [7].

В ветеринарных лабораториях для исследования животных на лейкоз крупного рогатого скота используют два метода: серологический – для выявления антител к вирусу лейкоза (реакция иммунодиффузии (РИД), иммуноферментный анализ) и гематологический – для исследования

инфицированных ВЛКРС животных с целью выделения больных с характерными изменениями крови. В Методических указаниях по диагностике лейкоза крупного рогатого скота [8] определены сроки проведения серологических исследований на лейкоз: «не ранее чем через 30 суток после введения животным вакцин и аллергенов». Сроки проведения гематологических исследований после введения биопрепаратов в этом нормативном документе не оговорены. Также не сказано о сроках проведения лабораторных исследований на лейкоз после введения противопаразитарных препаратов.

Цель работы – проанализировать изменения гематологических показателей и титров антител к вирусу лейкоза крупного рогатого скота у инфицированных животных после введения ивермека для повышения достоверности лабораторной диагностики болезни в период противопаразитарных обработок.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являлись гематологические показатели и титры противовирусных антител у инфицированного ВЛКРС крупного рогатого скота (реагирующего в РИД) после введения ивермека.

Производственные эксперименты поставлены в неблагополучном по лейкозу крупного рогатого скота хозяйстве Новосибирской области. Исследования проведены на 4 группах телок 6–9-месячного возраста реагирующих и не реагирующих в РИД (n = 20):

- 1-я – реагирующие в РИД, после введения ивермека;
- 2-я – реагирующие в РИД, контрольные;

3-я – не реагирующие в РИД, после введения ивермека;

4-я – не реагирующие в РИД, контрольные.

Ивермек вводили внутримышечно в дозе 1 мл препарата на 50 кг массы животного (200 мкг действующего вещества на 1 кг массы) однократно. Осложнений после введения препарата у животных не отмечено.

Гематологический анализ проводили согласно Методическим указаниям по диагностике лейкоза крупного рогатого скота [8]. Телок исследовали 5-кратно в динамике: до введения ивермека, через 1, 3, 7 и 14 дней после введения препарата.

Динамика титров антител к ВЛКРС в РИД у телок после введения ивермека проанализирована в тех же производственных экспериментах, только телок исследовали 6-кратно: до введения ивермека, через 1, 3, 7, 14 и 28 дней после введения препарата. Серологические исследования в реакции иммунодиффузии проводили согласно Методическим указаниям по диагностике лейкоза крупного рогатого скота [8].

Статистическую обработку полученных данных с вычислением средней арифметической, ошибки средней арифметической, уровней значимости различий средних арифметических проводили по общепринятым методикам [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Изменения гематологических показателей у крупного рогатого скота после введения ивермека.

У инфицированных вирусом лейкоза телок, реагирующих в реакции иммунодиффузии (1-я группа животных), происходило достоверное снижение количества лейкоцитов и лимфоцитов в крови ($P < 0,05$), достигающее своего максимума на 7-й день после введения ивермека. При этом одновременно достоверно повысилось количество палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов на 3–7-й дни ($P < 0,05$). К 14-му дню наблюдений показатели вернулись к исходным значениям до введения препарата (таблица).

Содержание клеток лейкоцитарного ряда в крови телок до и после введения ивермека
The contents of cells leukocyte number in the blood of heifers before and after administration of ivermек

Период исследования	Лейкоциты, $10^9/л$	Палочкоядерные нейтрофилы		Сегментоядерные нейтрофилы		Эозинофилы		Лимфоциты	
		$10^9/л$	%	$10^9/л$	%	$10^9/л$	%	$10^9/л$	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>1-я группа (реагирующие в РИД, после введения ивермека)</i>									
До введения	10,58 ±1,32	0,01 ± 0,01	0,13 ± 0,13	1,98 ± 0,40	19,75 ± 5,38	0,05 ± 0,02	0,50 ± 0,20	8,08 ± 1,47	74,88 ± 6,35
Через 1 день	9,03 ± 1,00	0,04 ± 0,03	0,38 ± 0,24	1,38 ± 0,20	15,88 ± 3,11	0,04 ± 0,03	0,50 ± 0,29	7,13 ± 0,90	78,50 ± 3,48
Через 3 дня	10,35 ± 1,39	0,05 ± 0,05	0,38 ± 0,38	3,64 * ± 0,75	34,25 ± 2,37	0,13 ± 0,08	1,50 ± 1,02	6,23 ± 0,62	61,00 ± 2,28
Через 7 дней	7,67 * ± 0,86	0,10 * ± 0,04	1,25 * ± 0,52	2,30 ± 0,42	29,50 ± 2,67	0,08 ± 0,06	1,38 ± 1,21	4,87 * ± 0,55	63,63 ± 2,93
Через 14 дней	9,22 ±1,01	0,05 ± 0,02	0,50 ± 0,20	2,26 ± 0,30	25,50 ± 4,68	0,01 ± 0,01	0,13 ± 0,13	6,68 ± 1,04	71,25 ± 5,47
<i>2-я группа (реагирующие в РИД, контрольные)</i>									
До введения	10,47 ± 2,27	0,01 ± 0,01	0,17 ± 0,17	2,80 ± 0,80	25,67 ± 2,89	0,16 ± 0,03	1,67 ± 0,44	7,07 ± 1,24	69,17 ± 3,77
Через 1 день	11,33 ± 2,22	0,07 ± 0,04	0,67 ± 0,33	2,79 ± 1,06	25,00 ± 7,10	0,30 ± 0,21	2,33 ± 1,33	7,37 ± 1,73	65,33 ± 9,04
Через 3 дня	10,22 ± 1,60	0,04 ± 0,02	0,33 ± 0,17	2,28 ± 0,92	21,50 ± 6,25	0,27 ± 0,09	2,50 ± 0,58	7,44 ± 5,70	74,00 ± 6,51
Через 7 дней	8,51 ± 1,77	0,09 ± 0,02	1,00 ± 0,01	2,25 ± 0,66	26,50 ± 4,17	0,19 ± 0,07	2,33 ± 0,67	5,70 ± 1,22	67,00 ± 4,73
Через 14 дней	10,04 ± 1,91	0,05 ± 0,04	0,50 ± 0,29	2,91 ± 0,56	29,00 ± 1,90	0,22 ± 0,15	2,33 ± 1,30	6,73 ± 1,35	67,00 ± 2,85
<i>3-я группа (не реагирующие в РИД, после введения ивермека)</i>									
До введения	7,03 ± 0,59	0,03 ± 0,02	0,42 ± 0,33	1,71 ± 0,36	24,25 ± 4,10	0,03 ± 0,01	0,50 ± 0,13	5,06 ± 0,60	71,58 ± 4,17

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Через 1 день	7,33 ± 0,74	0,04 ± 0,02	0,58 ± 0,20	2,21 ± 0,51	28,92 ± 4,24	0,03 ± 0,03	0,33 ± 0,33	4,63 ± 0,39	64,50 ± 4,44
Через 3 дня	7,67 ± 0,77	0,01 ± 0,01	0,17 ± 0,11	2,60 ± 0,51	32,58 ± 4,02	0,06 ± 0,03	0,67 ± 0,28	4,76 ± 0,35	63,50 ± 4,32
Через 7 дней	6,58 ± 0,34	0,05 ± 0,02	0,75 ± 0,34	1,98 ± 0,34	29,33 ± 3,66	0,05 ± 0,02	0,75 ± 0,28	4,26 ± 0,13	65,58 ± 3,93
Через 14 дней	6,79 ± 0,34	0,02 ± 0,01	0,25 ± 0,11	1,93 ± 0,34	27,58 ± 3,96	0,02 ± 0,01	0,33 ± 0,17	4,66 ± 0,19	69,25 ± 3,83
<i>4-я группа (не реагирующие в РИД, контрольные)</i>									
До введения	8,82 ± 0,85	0,03 ± 0,01	0,33 ± 0,17	2,59 ± 0,45	28,83 ± 3,61	0,11 ± 0,07	1,42 ± 0,83	5,84 ± 0,60	66,58 ± 4,18
Через 1 день	9,66 ± 0,92	0,07 ± 0,03	0,67 ± 0,21	3,16 ± 0,64	31,67 ± 3,88	0,16 ± 0,07	1,75 ± 0,81	5,80 ± 0,42	61,33 ± 4,03
Через 3 дня	9,43 ± 0,80	0,03 ± 0,02	0,25 ± 0,17	2,95 ± 0,67	30,00 ± 4,56	0,24 ± 0,13	2,75 ± 1,42	5,95 ± 0,52	64,33 ± 5,26
Через 7 дней	7,71 ± 0,68	0,04 ± 0,02	0,50 ± 0,18	2,20 ± 0,63	26,92 ± 5,11	0,09 ± 0,03	1,25 ± 0,48	5,10 ± 0,38	67,67 ± 4,83
Через 14 дней	8,33 ± 0,50	0,03 ± 0,02	0,33 ± 0,21	2,06 ± 0,23	24,50 ± 1,83	0,08 ± 0,05	0,92 ± 0,54	5,85 ± 0,31	70,67 ± 2,41

* Достоверные различия с показателями до введения препарата ($P < 0,05$).

У не реагирующих в РИД тёлочек после введения ивермека аналогичные изменения по содержанию лейкоцитов и лимфоцитов были сглажены и недостоверны. У контрольных инфицированных и не реагирующих в РИД животных, которым не вводили ивермек, достоверных изменений в гематологической картине крови не выявлено.

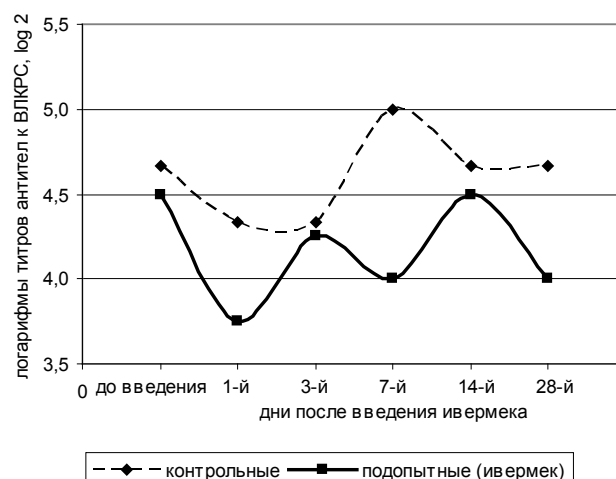
В таблице не представлены данные по абсолютному и относительному содержанию моноцитов, так как их содержание было незначительным и не характеризовалось чётко выраженной направленностью динамики. Моноциты в среднем по группам животных колебались в пределах $0,14-0,79 \cdot 10^9/\text{л}$ при относительном содержании $1,17-6,50\%$.

За весь период наблюдения у обследованных животных лейкоцитарных изменений в крови [10], похожих на гематологическую картину лейкоза крупного рогатого скота, не выявлено.

Особенности реагирования крупного рогатого скота в серологических реакциях на лейкоз после введения ивермека. Оценка изменений титров антител к ВЛКРС в реакции иммунодиффузии проведена только по реагирующим в РИД тёлочкам 1-й и 2-й групп: подопытные после введения ивермека и контрольные, которым не вводили препарат. У тёлочек 3-й и 4-й групп, не реагирующих в РИД в начале опыта, ложнополо-

жительных реакций после введения ивермека не отмечено.

У реагирующих в РИД тёлочек после введения ивермека выявлены колебания титров противовирусных антител в пределах $3,75-4,50 \log^2$ с тенденцией наибольшего снижения на 1-й, 7-й и 28-й дни. Изменения статистически недостоверны (рисунок).



Динамика логарифмов титров противовирусных антител в РИД у инфицированных ВЛКРС тёлочек после введения ивермека (1-я группа) и у контрольных инфицированных ВЛКРС тёлочек (2-я группа)
The dynamics of the logarithms of the titers of antiviral antibodies in REED BLV in infected heifers after administration of ivermectin (group 1) and in the control of BLV infected Chicks (group 2)

У реагирующих в РИД тёлочек контрольной 2-й группы титры противовирусных антител недостоверно колебались в течение всего периода наблюдения в пределах $4,33-5,00 \log^2$.

Исчезновения положительных реакций в РИД (ложноотрицательных) у инфицированных ВЛКРС тёлочек 1-й и 2-й группы за весь период наблюдения не отмечено.

ВЫВОДЫ

1. У инфицированных вирусом лейкоза животных отмечено угнетающее действие на ге-

мопоз препарата ивермек, лейкомоидных изменений не выявлено. После введения ивермека проведение гематологических исследований животных на лейкоз следует начинать не ранее чем через 14 дней.

2. Титры антител к вирусу лейкоза в РИД у инфицированных животных имели тенденцию к снижению в течение 28 дней после введения ивермека. Проведение серологических исследований животных в РИД на лейкоз следует начинать не ранее чем через месяц после введения ивермека по причине возможного снижения титров антител и появления ложноотрицательных реакций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков Ф.А., Апалькин В.А., Волков К.Ф. Макроциклические лактоны в ветеринарии (аверсект, дектомакс, дуотин, ивомек, цидектин, эквалан и другие препараты). – Новосибирск, 1995. – 100 с.
2. Даугалиева Э.Т., Филиппов В.В. Иммунный статус и пути его коррекции при гельминтозах сельскохозяйственных животных. – М., 1991. – 188 с.
3. Влияние различных гетерогенных препаратов на поствакцинальные реакции у крупного рогатого скота в разные сроки после иммунизации вакциной из слабоагглютиногенного штамма *V. abortus* 82 / С.К. Димов, А.В. Суспицын, Г.М. Стеблева [и др.] // Современные проблемы эпизоотологии: материалы Междунар. науч. конф. (Краснообск, 30 июня 2004 г.). – Новосибирск, 2004. – С. 236–239.
4. Ахмедьяров А. Влияние профилактических прививок крупного рогатого скота на показатели белой крови и значение их при диагностике лейкоза: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Самарканд, 1972. – 16 с.
5. Минасян В.Г. Распространение, методы диагностики и борьбы с лейкозом в молочном скотоводстве: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Минск, 1991. – 20 с.
6. Alterations in blood lymphocyte subpopulation and hematologic values in neonatae calves after administration of a combination of multiple – antigen vaccines / L. T. Allen, M. B. Kabbur, T. S. Cullor [et al.] // J. Am. Veter. Med. Assn. – 1996. – Vol. 209, N 3. – P. 638–642.
7. Смирнов П.Н. Болезнь века – лейкоз крупного рогатого скота. – Новосибирск, 2007. – 301 с.
8. Методические указания по диагностике лейкоза крупного рогатого скота / Департамент ветеринарии Минсельхоза России. – М., 2000. – 34 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для биологич. спец. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
10. Симонян Г.А., Хисамутдинов Ф.Ф. Ветеринарная гематология. – М.: Колос, 1995. – 256 с.

REFERENCES

1. Volkov F.A., Apal'kin V.A., Volkov K.F. *Makrociklicheskie laktony v veterinarii (aversekt, dektomaks, duotin, ivomek, cidektin, jekvalan i drugie preparaty)*, (Macrocyclic lactones in veterinary medicine (aversect, dextomax, dootin, ivomek, sydectin, equaline and other drugs)), Novosibirsk, 1995. 100 p.
2. Daugalieva Je.T., Filippov V.V. *Immunnyj status i puti ego korrekcii pri gel'mintozah sel'skhozajstvennyh zhivotnyh*, (Immune status and ways of its correction in helminthiasis of farm animals) Moscow, 1991. 188 p.
3. Dimov S.K., Suspicyan A.V., Stebleva G.M. *Sovremennye problemy jepizootologii*: Proceedings of the International Conference, 30 June, 2004, Novosibirsk, pp. 236–239.

4. Ahmed'jarov A. *Vlijanie profilakticheskikh privivok krupnogo ro-gatogo skota na pokazateli beloј krovi i znachenie ih pri diagnostike lejkoza*, (The effect of preventive vaccinations of large horned cattle on the white blood indices and their significance in the diagnosis of leukemia), avtoref. dis. ... kand. vet. nauk, Samarkand, 1972, 16 p.
5. Minasjan V.G. *Rasprostranenie, metody diagnostiki i bor'by s lejkozom v molochnom skotovodstve*, (Dissemination, methods of diagnosis and control of leukemia in dairy cattle breeding) avtoref. dis. ... kand. vet. nauk, Minsk, 1991, 20 p.
6. Allen L. T., Kabbur M. B., Cullor T. S., *J. Am. Veter. Med. Assn.*, 1996, No. 3 (209), pp. 638–642.
7. Smirnov P.N. *Bolezнь века лейкоз крупного рогатого скота* (Disease of the century leukemia of cattle), Novosibirsk, 2007, 301 p.
8. *Metodicheskie ukazaniya po diagnostike lejkoza krupnogo rogatogo skota* (Methodical instructions for the diagnosis of leukemia of cattle), Departament veterinarii Minsel'hoza Rossii. Moscow, 2000, 34 p.
9. Lakin G.F., *Biometriya* (Biometrics), Moscow, Vysshaja shkola, 1980, 293 p.
10. Simonjan G.A., Hisamutdinov F.F., *Veterinarnaja gematologija* (Veterinary Hematology), Moscow, Kolos, 1995, 256 p.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА IMMUGUARD НА ИММУНОБИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

¹А.Ю. Надточий, ассистент

¹М.В. Заболотных, доктор биологических наук, профессор

²В.С. Власенко, доктор биологических наук, доцент

¹ Омский государственный аграрный университет,
Омск, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт
бруцеллеза и туберкулеза животных, Омск, Россия

E-mail: ayu.nadtochiy360601@omgau.org

Ключевые слова: иммуностимулятор, ImmuGuard, цыплята-бройлеры, показатели крови, иммунитет

Реферат. Приведены результаты исследований влияния иммуностимулирующего препарата ImmuGuard на основные иммунобиологические показатели крови цыплят-бройлеров кросса Ross 308. Инновационный продукт ImmuGuard зарубежной компании MicronBio-Systems был разработан за счёт комбинации различных продуктов ферментации отобранных штаммов Saccharomyces cerevisiae и фруктоолигосахаридов; предназначен для повышения иммунитета, укрепления здоровья желудочно-кишечного тракта, улучшения состояния и продуктивности животных. Лабораторный опыт проводился в условиях вивария Института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ и на базе лаборатории ФГБНУ ВНИИБТЖ. Для проведения эксперимента из общего вывода были сформированы три аналоговые группы: две опытные и одна контрольная по 30 голов в каждой. Условия содержания, кормления и поения птицы всех групп были одинаковыми, доступ к воде и корму – свободный. В рацион опытных групп был введен иммуностимулирующий препарат ImmuGuard, добавляемый в дозировке 150 г/т воды для 1-й группы и 250 г/т воды для 2-й группы в течение 18 суток с момента вылупления, 3-я группа служила контролем. Отбор проб крови проводился на 20-е и 40-е сутки. В результате исследований были получены данные, свидетельствующие о позитивном влиянии изучаемого препарата на биохимические показатели и иммунный статус цыплят-бройлеров. Позитивные сдвиги выражались в более интенсивном протекании обменных процессов, увеличении количества лейкоцитов, Т-лимфоцитов, цитотоксических Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов в крови, а также снижении концентрации циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови у цыплят-бройлеров независимо от схемы применения препарата в рационе.

IMPACT OF IMMUGUARD ON BIOCHEMICAL CONDITION OF BROILER CHICKENS

¹Nadtochii A.Iu., Assistant

¹Zabolotnyh M.V., Dr. of Biological Sc., Professor

²Vlasenko V.S., Dr. of Biological Sc., Associate Professor

¹Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia

²Russian Research Institute of Brucellosis and Tuberculosis of Animals, Omsk, Russia

Key words: immune stimulator, ImmuGuard, broiler chickens, blood parameters, immunity.

Abstract. The paper explores the impact of immunoamplifier ImmuGuard on the basic immune biological parameters of Ross 308 broiler chickens blood. Innovative specimen ImmuGuard is developed by means of combination of fermentation of selected strains Saccharomyces cerevisiae and fructooligosaccharides by foreign company MicronBio-Systems. This specimen improves immunity, gastroenteric tract, condition and productivity of animals. The experiment was carried out in the housing room of Omsk Agrarian University and at the laboratory of Research Institute of Animal Science. The researchers arranged 2 experimental groups and a control group. Each group contained 30 animals.

The conditions of housing, feeding and watering of poultry were the same for all the groups. The animals had free access to feeds and water. The authors applied immunoamplifier ImmuGuard dosed 150 g/t of water for the 1st group and 250 g/t of water for the 2nd group during 18 days from the moment of hatching. The 3rd group was a control one. The researcher collected blood samples on the 20th and 40th days. The results show positive impact of the specimen on biochemical parameters and immune status of broiler chickens. Positive impact was observed in more intensive metabolism, larger number leucocytes, T-lymphocytes, cytotoxic T-lymphocytes and B-lymphocytes. The authors also speak about lower concentration of immune complexes in the blood serum of broiler chickens despite the application scheme of the specimen.

Производство продуктов животноводства высокого качества для обеспечения населения белками животного происхождения является одной из важнейших задач в области сельского хозяйства [1, 2]. На этом фоне продукция птицеводства за последнее десятилетие существенно шагнула вперед [3]. Однако несмотря на достигнутые показатели в промышленном птицеводстве остается много проблем [4].

Значимым фактором, наносящим экономический ущерб птицеводческим хозяйствам, является падеж молодняка в первые недели жизни. Вскоре после рождения «желудочно-кишечный тракт цыплят быстро колонизируется сложной облигатной микрофлорой, защита от матери к молодой особи длится всего 4–5 дней. Собственная иммунная система у цыплят появляется примерно с 21-го дня, когда начинают формироваться антитела в слизистой оболочке кишечника» [5]. В промежуточный период любое отклонение в балансе микрофлоры кишечника на фоне несформированного иммунитета у птицы приводит к развитию патогенной флоры. В последнее десятилетие в связи с запретом применения антибиотиков учёные стали искать решение с помощью различных кормовых добавок на основе сырья природного, животного и минерального происхождения [6–19].

В связи с этим разработка и применение иммуностимулирующих препаратов и других биологических активных веществ является перспективным направлением для стимуляции естественной резистентности организма птицы и повышения их продуктивно-хозяйственных показателей [6].

Среди таких препаратов особое внимание привлекает инновационный продукт ImmuGuard зарубежной компании MicronBio-Systems, основным действующим веществом которого являются β-глюканы, полученные путем экстракции очищенного типа β-глюкана из клеточных стенок дрожжевых клеток, применяемый в качестве специфического стимулятора иммунной

системы. Введение в рацион ImmuGuard приводит к усилению активности белых кровяных телец – лейкоцитов, которые обладают фагоцитарной активностью и подавляют рост патогенных микроорганизмов. Кроме того, он способствует образованию таких соединений, как перекись водорода и окись азота, которые ингибируют развитие патогенов. ImmuGuard, богатый биологически активными ингредиентами и питательными веществами – пептидами, аминокислотами и нуклеотидами, полученными из дрожжевых клеток *Saccharomyces cerevisiae*, – положительно влияет на пробиотические лакто- и бифидобактерии путем повышения их живучести и стимулирования роста. ImmuGuard служит также в качестве субстрата для размножения специфических полезных бактерий в нижней части кишечника и способствует предотвращению формирования патогенов на их слизистой оболочке [5].

Сведений о влиянии иммуностимулирующего препарата ImmuGuard на биохимические показатели и иммунный статус цыплят-бройлеров в доступной литературе нами не обнаружено.

Исходя из вышеизложенного, целью нашего исследования стало изучение иммунологических и биохимических показателей крови цыплят-бройлеров после включения в их рацион иммуностимулирующего средства ImmuGuard.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Научно-исследовательская работа проведена с июля по август 2017 г. в условиях вивария Института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО Омский ГАУ и на базе лаборатории ФГБНУ ВНИИБТЖ.

Объектом исследования являлись цыплята бройлеры кросса Ross 308. Материалом исследования служила кровь в количестве 30 проб. Лабораторный опыт на птице был поставлен

с применением иммуностимулирующего препарата ImmuGuard. Инновационный продукт ImmuGuard был разработан за счёт комбинации различных продуктов ферментации отобранных штаммов *Saccharomyces cerevisiae* и фруктоолигосахаридов; предназначен для повышения иммунитета, укрепления здоровья желудочно-кишечного тракта, улучшения состояния и продуктивности животных [5]. Таким образом, индустрия получила альтернативу антибиотикам в виде натуральных кормовых добавок, способных улучшить нормофлору кишечника, благополучие и продуктивные показатели животных и птиц.

Для проведения эксперимента из общего вывода были сформированы три аналоговые группы: две опытные и одна контрольная по 30 голов в каждой. Условия содержания, кормления и поения птиц всех групп были одинаковыми, доступ к воде и корму – свободный.

В рацион опытных групп был введен иммуностимулирующий препарат ImmuGuard, добавляемый в дозировке 150 г/т воды для 1-й группы и 250 г/т воды – для 2-й в течение 18 суток с момента вылупления, 3-я группа служила контролем.

Кровь для гематологических, биохимических и иммунологических исследований брали на 20-е и 40-е сутки по пять проб от каждой группы.

Биохимические исследования сыворотки крови проводили на фотометре 5010_{v5+} (производства Германии) с использованием наборов реагентов: для количественного определения содержания кальция о-крезолфталеиновым методом в сыворотке крови и моче (фирмы «Диакон-ДС»); для количественного определения фосфора (с молибдатом аммония) в сыворотке крови и моче; для количественного определения общего белка биуретовым методом в сыворотке крови; для определения альбумина (с бромкрезоловым зеленым) в сыворотке крови и для определения глюкозы также в сыворотке крови (фирмы Analyticon).

Количество Т-лимфоцитов определяли с помощью реакции спонтанного розеткообразования с эритроцитами барана (Е-рок); цитотоксических Т-лимфоцитов – непрямого глобулинового розеткообразования с эритроцитами быка (ЕА-рок); В-лимфоцитов – комплементарного розеткообразования с эритроцитами быка. Функциональную активность нейтрофилов оценивали в НСТ-тесте: спонтанном без нагрузки и стимулированном вариантах с последующей фиксацией реакции с помощью многоканального иммунохимического анализатора Fluorofot STD Less-486-M. Для ха-

рактеристики функционального резерва нейтрофилов рассчитывали коэффициент стимуляции (КС) как отношение индуцированного уровня клеточной активности к спонтанному [6].

Содержание циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) определяли методом осаждения полиэтиленгликолем (молекулярной массой 6000) [7].

Окраску мазков крови, подсчет лейкоцитов и выведение лейкоцитарной формулы проводили по общепринятым методикам.

Полученный цифровой материал обрабатывали с помощью биометрических методов с применением критерия Стьюдента и использованием интегрального пакета Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных биохимических показателей, представленных в табл. 1, показал, что введение в рацион птицы препарата ImmuGuard способствует усилению белкового обмена. Так, цыплята-бройлеры 1-й и 2-й опытной групп на 20-е сутки после начала применения иммуностимулятора превосходили по содержанию общего белка в сыворотке крови аналогов контрольной группы соответственно на 52 и 22% ($P < 0,05$). Помимо этого, у птицы, получавшей препарат, содержание альбуминов и глобулинов в сыворотке крови было выше по сравнению с цыплятами контрольной группы соответственно на 35,6 ($P < 0,05$) и 61,7% в 1-й группе, а также на 16,4 и 25,3% – во 2-й группе.

Уровень углеводного обмена в эти же сроки исследования в контрольной группе был достоверно меньше на 9,7% ($P < 0,05$), чем в 1-й опытной, и на 16,7% ($P < 0,01$) сравнении со 2-й опытной группой. Понижение уровня глюкозы в крови у цыплят может быть следствием интенсификации анаболических процессов и связанных с ними повышенных затрат энергии.

У всех цыплят, получавших иммуностимулятор, в содержании минеральных элементов (кальций, неорганический фосфор) не было выявлено достоверных отличий по сравнению с контролем. Тем не менее следует отметить, что в опытных группах содержание кальция и неорганического фосфора было несколько ниже, что также можно объяснить усилением процессов анаболизма в организме.

На 40-е сутки после включения в рацион птицы иммуностимулирующего средства статистически достоверных отличий в белковом, углеводном

Таблица 1

Биохимические показатели сыворотки крови цыплят-бройлеров при использовании препарата ImmuGuard (M±m)

Biochemical parameters of the blood serum of broiler chickens when using ImmuGuard (M±m)

Показатели	Группа		
	контрольная (n=5)	1-я опытная (n=5)	2-я опытная (n=5)
<i>На 20-е сутки введения</i>			
Общий белок, г/л	23,43±1,17	35,67±5,87	28,60±0,36*
Альбумины, г/л	8,53±0,71	11,57±0,28*	9,93±1,03
Глобулины, г/л	14,90±1,78	24,10±5,72	18,67±0,67
Глюкоза, ммоль/л	13,77±0,48	12,43±0,20*	11,47±0,07**
Кальций, ммоль/л	2,32±0,30	1,91±0,13	1,86±0,12
Фосфор, ммоль/л	1,06±0,17	0,73±0,02	0,91±0,04
<i>На 40-е сутки введения</i>			
Общий белок, г/л	28,83±2,08	31,63±2,30	31,40±1,15
Альбумины, г/л	10,40±0,15	10,48±1,17	8,58±0,16***
Глобулины, г/л	18,43±2,23	21,15±1,13	22,83±0,99
Глюкоза, ммоль/л	14,26±0,14	14,90±0,82	15,40±0,30
Кальций, ммоль/л	2,27±0,10	2,47±0,21	2,75±0,28
Фосфор, ммоль/л	1,47±0,06	1,46±0,07	1,81±0,17

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

и минеральном обмене между экспериментальными группами не обнаружено. Однако необходимо отметить, что у цыплят-бройлеров опытных групп содержание метаболитов белкового, углеводного и минерального обмена было несколько выше по сравнению с контрольной группой. Исключением является достоверное снижение уровня альбу-

мина у цыплят 2-й опытной группы на 17,5% (P<0,001), что может быть связано со снижением синтеза данного белка.

На следующем этапе исследований мы провели гематологические и иммунологические исследования крови, результаты которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

Гематологические и иммунологические показатели крови цыплят-бройлеров при использовании препарата ImmuGuard (M±m)

Hematological and immunological parameters of the blood serum of broiler chickens when using ImmuGuard (M±m)

Показатели	Группа		
	контрольная (n=5)	1-я опытная (n=5)	2-я опытная (n=5)
<i>На 20-е сутки введения</i>			
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	27,77±0,70	32,33±1,20*	30,83±0,60*
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	16,30±0,73	15,51±0,71	14,95±1,45
Т-лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,22±0,22	2,86±0,29	4,03±0,80
Цитотоксические Т-лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,80±0,54	4,60±0,61	5,13±0,53*
В-лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,05±0,27	4,63±1,05	4,55±0,39**
НСТ, спонт., ед. оп. пл.	0,19±0,02	0,15±0,006*	0,17±0,01
НСТ, стимул., ед. оп. пл.	0,14±0,01	0,16±0,03	0,16±0,01
КС НСТ	0,72±0,10	1,12±0,20	0,96±0,05
ЦИК, у.е.	14,67±9,68	14,67±3,71	14,67±2,67
<i>На 40-е сутки введения</i>			
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	28,38±1,09	35,32±2,05*	39,72±2,10**
Лимфоциты, 10 ⁹ /л	18,22±0,62	21,87±1,29*	26,27±1,31***
Т-лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,05±0,15	4,47±0,50**	4,92±0,47**
Цитотоксические Т-лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,06±0,29	3,93±0,55*	5,57±0,60**
В-лимфоциты, 10 ⁹ /л	2,27±0,16	4,59±0,63***	5,91±0,47***
НСТ, спонт., ед. оп. пл.	0,21±0,03	0,17±0,01	0,13±0,01*
НСТ, стимул., ед. оп. пл.	0,19±0,08	0,15±0,01*	0,13±0,01***
КС НСТ	0,96±0,13	0,93±0,09	1,01±0,08
ЦИК, у.е.	5,33±0,88	1,75±0,75*	2,75±1,44

Результаты исследования содержания лейкоцитов крови на 20-е сутки после включения в рацион птицы иммуностимулирующего препарата свидетельствуют о тенденции к увеличению их количества у цыплят-бройлеров обеих опытных групп по сравнению с контролем ($P < 0,05$). Аналогичную траекторию показателей мы наблюдали при анализе данных, характеризующих состояние клеточного звена иммунной системы у цыплят-бройлеров, получавших стимулятор. Особенно это касается 2-й опытной группы, в которой изменения концентрации цитотоксических Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов достигли достоверной разницы и составили соответственно $5,13 \pm 0,53$ тыс/мкл против $2,80 \pm 0,54$ в контрольной группе ($P < 0,05$) и $4,55 \pm 0,39$ тыс/мкл против $2,05 \pm 0,27$ в контрольной группе ($P < 0,01$).

По результатам исследований функциональной активности нейтрофилов в НСТ-тесте у цыплят-бройлеров, получавших препарат, установлено ее снижение в спонтанном варианте, особенно у птиц 1-й опытной группы, где изменения достигли достоверной разницы ($P < 0,05$).

Статистически значимых отличий в остальных показателях, характеризующих метаболическую активность нейтрофилов, не обнаружено, тем не менее у птицы опытных групп отмечена более высокая потенциальная способность нейтрофилов к завершению фагоцитозу, о чем свидетельствовало увеличение коэффициента стимуляции (КС НСТ) относительно соответствующего показателя крови у особей контрольной группы.

У всех цыплят, находящихся в эксперименте, концентрация циркулирующих иммунных комплексов в сыворотке крови на 20-е сутки исследования находилась на одном уровне.

На 40-е сутки после включения в рацион цыплят-бройлеров препарата ImmuGuard, так же как и в предыдущий срок исследования, отмечено, что количество лейкоцитов у птицы контрольной группы было достоверно меньше на 19,6% ($P < 0,05$), чем в 1-й опытной, и на 28,5% ($P < 0,01$) в сравнении со 2-й опытной группой.

Несколько иная картина была установлена в содержании общего числа лимфоцитов, которые при исследовании на 20-е сутки не были под-

вержены существенным количественным изменениям, но все же их концентрация в отличие от контрольной группы была незначительно снижена. Однако уже на 40-е сутки число лимфоцитов подверглось достоверному увеличению в обеих опытных группах.

Содержание всех иммунокомпетентных клеток у цыплят-бройлеров, получавших препарат, на 40-е сутки исследования достоверно выше, чем у контрольных животных. Так, концентрация Т-лимфоцитов у птицы 1-й и 2-й опытных групп увеличилась соответственно до $4,47 \pm 0,50$ и $4,92 \pm 0,47$ против $2,05 \pm 0,15$ $10^9/\text{л}$ ($P < 0,01$) в контрольной группе. Аналогичная картина отмечена и в содержании цитотоксических Т-лимфоцитов и В-лимфоцитов.

Показатели функциональной активности нейтрофильных гранулоцитов, по данным спонтанного и стимулированного НСТ-теста, были – снижены, как и в предыдущий срок исследования. Однако значения КС у птиц всех экспериментальных групп находились приблизительно на одном уровне.

Необходимо также отметить, что применение иммуностимулирующего средства способствовало разрушению образующихся иммунных комплексов в циркуляции на 40-е сутки после его введения в рацион. Особенно можно выделить 1-ю опытную группу цыплят-бройлеров, в которой концентрация ЦИК в сыворотке крови снизилась до $1,75 \pm 0,75$ у.е. против $5,33 \pm 0,88$ у.е. в контрольной группе.

ВЫВОДЫ

1. Иммуностимулирующий препарат ImmuGuard оказал стимулирующее действие на биохимические процессы в организме цыплят-бройлеров, что выразилось в более интенсивном протекании обменных процессов, особенно в ранние сроки после начала его применения.

2. Иммуностимулятор независимо от схемы применения его в рационе позитивно влиял на иммунный статус цыплят-бройлеров, способствуя ускоренному формированию клеточного звена иммунитета, тем самым повышая реактивность организма птицы на внешние раздражители.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев Я.П., Игнатенко П.К. Перспективная отрасль – кролиководство // Животноводство России. – 2007. – № 10. – С. 9–11.

2. *Исследование биологической ценности мяса кроликов породы серебристая при включении в рацион минеральной добавки – цеолита Холинского месторождения / И. Ю. Жидик [и др.] // Вестн. ОмГАУ. – 2014. – № 4 (16). – С. 33–35.*
3. *Заболотных М. В., Надточий А. Ю.* Применение кормовой добавки зарубежного производства на птицефабрике Омской области // *Академ. журн. Зап. Сибири. – 2016. – № 3 (64), т. 12. – С. 63–64.*
4. *Черных М. Н., Федотов С. В.* Неспецифическая профилактика ассоциированных инфекций // *Птицеводство. – 2008. – № 11. – С. 23–24.*
5. *Sait Micron Bio-Systems* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.micronbio-systems.co.uk/product/12/immuguard--immune-stimulan>.
6. *Рубинский И. А., Петрова О. Г.* Иммунные стимуляторы в ветеринарии. – М.: Litres, 2013. – С. 270.
7. *Оценка иммунного статуса у крупного рогатого скота при лейкозе: метод. рекомендации / В. С. Власенко [и др.]; ГНУ ВНИИБТЖ Россельхозакадемии. – Омск, 2010. – 30 с.*
8. *Гриневич Ю. А., Алферов А. Н.* Определение иммунных комплексов в крови онкологически больных // *Лаборатор. дело. – 1981. – № 8. – С. 493–496.*
9. *Биохимические и морфологические изменения в крови птицы под воздействием кормового фактора / А. В. Быков [и др.] // Вестн. мясн. скотоводства. – 2012. – № 4 (78). – С. 78–81.*
10. *Бородаева Ж. А., До Хью Куэт, Чернявских С. Д.* Показатели общего белка и белковых фракций у птицы домашней // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 12–3. – С. 16–18.*
11. *Жуков П. А., Топурия Г. М.* Влияние гермивита на иммунный статус цыплят-бройлеров // *Изв. Оренбург. ГАУ. – 2012. – № 35–1, т. 3. – С. 98–100.*
12. *Заболотных М. В.* Качество и безопасность сырья и пищевых продуктов в современных условиях // *Вестн. ОмГАУ. – 2014. – № 3 (15). – С. 29–32.*
13. *Курманаева В. В.* Изменение иммунного статуса цыплят-бройлеров под действием биопрепаратов // *Вестн. Ульянов. ГСХА. – 2013. – № 2 (22). – С. 74–77.*
14. *Плешакова В. И., Балашов В. В., Горбань А. С.* Влияние препарата «Ветостим» на основные показатели крови индюшат и их иммунный статус // *Вестн. ОмГАУ. – 2015. – № 2 (18). – С. 47–51.*
15. *Плешакова В. И., Власенко В. С., Балашов В. В.* Влияние препарата «Ветостим» на основные иммунобиологические показатели индюшат-бройлеров // *Совр. пробл. науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 825.*
16. *Плешакова В. И., Лещёва Н. А., Балашов В. В.* Влияние препарата «Ветостим» на некоторые продуктивные показатели цыплят-бройлеров // *Вестн. ОмГАУ. – 2014. – № 4 (16). – С. 39–41.*
17. *Торшков А. А.* Динамика белковых фракций сыворотки крови птицы под действием арабиногалактана // *Изв. Оренбург. ГАУ. – 2013. – № 3 (41). С. 269–272.*
18. *Федоров Ю. Н.* Иммунокоррекция, применение и механизм действия иммуномодулирующих препаратов // *Ветеринария. – 2005. – № 2. – С. 3–6.*
19. *Шевченко С. А., Багно О. А., Алексеева А. И.* Динамика общего белка и его фракций в сыворотке крови сельскохозяйственной птицы под влиянием препаратов селена и йода // *Вестн. НГАУ. – 2017. – № 1 (42). – С. 167–174.*

REFERENCES

1. Andreev Ya. P., Ignatenko P. K., *Zhivotnovodstvo Rossii*, 2007, No. 10, pp. 9–11. (In Russ.)
2. Zhidik I. Yu., *Vestn. OmGAU*, 2014, No. 4 (16), pp. 33–35. (In Russ.)
3. Zabolotnykh M. V., Nadtochii A. Yu., *Akadem. Zhurn. Zap. Sibiri*, 2016, No. 3 (64), vol. 12, pp. 63–64. (In Russ.)
4. Chernykh M. N., Fedotov S. V., *Ptitsevodstvo*, 2008, No. 11, pp. 23–24. (In Russ.)
5. Available at: <http://www.micronbio-systems.co.uk/product/12/immuguard--immune-stimulan>.
6. Rubinskii I. A., Petrova O. G., *Immunnye stimulyatory v veterinarii* (Immune stimulants in veterinary medicine) Moscow, Litres, 2013, 270 p.
7. Vlasenko V. S., *GNU VNIIBTZh Rossel'khozakademii*, Omsk, 2010, 30 p. (In Russ.)
8. Grinevich Yu. A., Alferov A. N., *Laborator. Delo*, 1981, No. 8, pp. 493–496. (In Russ.)

9. Bykov A. V., *Vestn. myasn. Skotovodstva*, 2012, No. 4 (78), pp. 78–81. (In Russ.)
10. Borodaeva Zh. A., Do Khyu Kuet, Chernyavskikh S. D., *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2013, No. 12–3, pp. 16–18. (In Russ.)
11. Zhukov P. A., Topuriya G. M., *Izv. Orenburg. GAU*, 2012, No. 35–1, vol. 3, pp. 98–100. (In Russ.)
12. Zabolotnykh M. V., *Vestn. OmGAU*, 2014, No. 3 (15), pp. 29–32. (In Russ.)
13. Kurmanaeva V. V., *Vestn. Ul'yanov. GSKhA*, 2013, No. 2 (22), pp. 74–77. (In Russ.)
14. Pleshakova V. I., Balashov V. V., Gorban» A. S., *Vestn. OmGAU*, 2015, No 2 (18), pp. 47–51. (In Russ.)
15. Pleshakova V. I., Vlasenko V. S., Balashov V. V., *Sovr. Probl. nauki I obrazovaniya*, 2014, No. 5. pp. 825. (In Russ.)
16. Pleshakova V. I., Leshcheva N. A., Balashov V. V., *Vestn. OmGAU*, 2014, No. 4 (16), pp. 39–41. (In Russ.)
17. Torshkov A. A., *Izv. Orenburg. GAU*, 2013, No. 3 (41), pp. 269–272. (In Russ.)
18. Fedorov Yu. N., *Veterinariya*, 2005, No. 2, pp. 3–6. (In Russ.)
19. Shevchenko S. A., Bagno O. A., Alekseeva A. I., *Vestn. NGAU*, 2017, No. 1 (42), pp. 167–174. (In Russ.)

УДК 619:636.2.034:574.64

**ПРИМЕНЕНИЕ ЖИДКОЙ ФОРМЫ ВЕТОМА ТЕЛЯТАМ
В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ЖИЗНИ**

А. Г. Ноздрин, кандидат ветеринарных наук, доцент
Г. А. Ноздрин, доктор ветеринарных наук, профессор
О. В. Лагода, аспирант
Е. А. Гребенщикова, ветеринарный врач
Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия
E-mail: pharmgenpath@mail.ru

Ключевые слова: абсолютная масса, ветом 4.24, относительная скорость роста, пробиотик, среднесуточный прирост, телята, эрготропик, *Bacillus amiloliquefaciens*

Реферат. Результаты наших многолетних исследований свидетельствуют о том, что пробиотические препараты на основе Bacillus subtilis не только обладают антимикробным действием, но и оказывают комплексное влияние на организм животного. Включение пробиотиков в технологию выращивания молодняка – наиболее перспективный способ сохранения здоровья и профилактики заболеваний, основанный на экологически безопасных механизмах поддержания высокого уровня колонизационной резистентности кишечника. Объектом для исследований была биологически активная добавка к корму ветом 4.24, в состав которой входит аэробная спорообразующая бактерия Bacillus amyloliquefaciens штамма ВКПМ В-10643 (DSM 24615). Целью наших исследований было изучение эффективности превентивного применения микробиологического препарата ветом 4.24 новорожденным телятам. Для реализации цели исследований по принципу пар-аналогов из телят 10 суточного возраста были сформированы две опытные и контрольная группы по пять животных в каждой. Препарат телятам 1-й опытной группы вводили 2 раза в сутки, утром и вечером во время кормления в течение 15 суток. Ветом 4.24 телятам 2-й опытной группы также назначали 2 раза в сутки, но через сутки, всего 15 назначений. Телятам контрольной группы препарат не скармливали. По данным наших исследований, препарат физиологичен для организма новорожденных телят. Изменение изучаемых параметров происходило в пределах физиологических возможностей организма. Абсолютная масса, относительный и среднесуточный прирост живой массы у телят в ранний постнатальный период их жизни при применении ветома 4.24 повышаются. Оптимальной схемой применения ветома 4.24 является ежедневное применение препарата в течение 15 суток. Телята 1-й опытной группы в период исследований по абсолютной массе, среднесуточному приросту массы тела и относительной скорости роста превышали аналогов из 2-й группы. Побочных явлений при применении ветома 4.24 не регистрировали.

**APPLICATION OF LIQUID FORM OF VETOM FOR CALVES
IN EARLY POST-NATAL PERIOD**

Nozdrin A.G., Candidate of Veterinary Sc., Associate Professor
Nozdrin G.A., Dr. of Veterinary Sc., Professor
Lagoda O.V., PhD-student
Grebenshchikova E.A., veterinary surgeon
Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia,

Key words: absolute body weight, vetom 4.24, relative growth speed, probiotic, daily average growth, calves, ergotropic, Bacillus amiloliquefaciens.

Abstract. The results of many-years research speak about the impact caused by probiotic specimens based on Bacillus subtilis on the animals. The authors declare that including probiotics in raising young cattle is

the most effective and promising way to stay healthy and prevent diseases. This way is based ecologically free mechanisms of supporting colonization resistance of intestine. The authors investigated biologically active additive Vetom 4.24 that contains aerobic sporegenous bacillus Bacillus amyloliquefaciens strain VKPM V-10643 (DSM 24615). The research aims at studying the efficiency of preventive application of microbiological specimen vetom 4.24 for newborn calves. The researchers arranged 2 experimental and a control group and each group contained 5 animals. The calves from the 1st experimental group received the specimen twice a day in the morning and in the evening during 15 days. The calves from the 2nd experimental group received Vetom 4.24 twice a day in a day 15 prescriptions. The calves from the control group didn't receive the specimen. The research shows that the specimen is adjusted to newborn calves physiology. The changes of investigated parameters varied within physiological capacities of the organism. Absolute body weight, relative and daily average body weight gain in the early postnatal period are increasing when applying vetom 4.24. The effective scheme of vetom 4.24 application is daily application during 15 days. The parameters of calves from the 1st experimental group exceeded those of the 2nd group on absolute body weight, daily average body weight gain and relative growth speed. The researchers didn't observe any side effects when applying vetom 4.24.

Желудочно-кишечные болезни у телят наносят большой ущерб животноводству вследствие высокой заболеваемости и летальности, затрат на лечение, снижения продуктивности и племенной ценности животных, хотя в современных условиях ведения отрасли не представляется возможным оценить реальные масштабы экономических потерь, связанных с нарушением микроэкологии желудочно-кишечного тракта [1–3].

Контаминация кишечника условно-патогенными бактериями приводит к существенным изменениям в обмене веществ за счет продукции ими энтеротоксинов и эндотоксинов, которые, помимо прямого раздражающего действия на слизистую оболочку кишечника, активируют процессы перекисного окисления липидов, вызывая обезвоживание и антиоксидантный стресс. Избыточное присутствие в составе кишечного микробиотопа условно-патогенной флоры негативно сказывается на процессах кишечного микробного пищеварения и снижает усвоение кормов. Сбраживание углеводов энтеробактериями, клостридиями, гнилостными бактериями и плесневыми грибами происходит по типу уксусно-кислого и маслянокислого брожения, снижающего энергетическую ценность корма. Побочные продукты метаболизма условно-патогенных бактерий и плесневых грибов – биогенные амины и микотоксины – в высокой мере токсичны для теплокровных животных. Учитывая, что до 20% энергии рациона расходуется на поддержание жизнедеятельности кишечной микрофлоры, потери энергии при негативном изменении состава кишечного микробиотопа бывают ощутимы [4–6].

Традиционно сложившиеся схемы лечения телят основаны на использовании антибиотиков,

к сожалению, часто без учета основных принципов их применения. Продолжительное, широкое и не всегда научно обоснованное применение антибиотиков приводит к подавлению нормофлоры, образованию устойчивых штаммов бактерий, развитию дисбактериозов и иммунодефицитных состояний. В результате снижается эффективность терапии при данных болезнях и повышается летальность. В этой связи возникает необходимость разработки новых фармакологических препаратов, обеспечивающих сохранение здоровья, профилактику заболеваний и генетический потенциал продуктивности животных. К препаратам, обладающим подобным действием, относят пробиотики.

Анализ имеющихся литературных данных свидетельствует о многогранном воздействии пробиотиков на микроэкологию пищеварительного тракта. Наиболее важными аспектами взаимодействия пробиотических штаммов с микрофлорой кишечника и организмом животного являются образование антибактериальных веществ, конкуренция за питательные вещества и места адгезии, изменение микробного метаболизма (увеличение или уменьшение ферментативной активности), стимуляция иммунной системы животных [7, 8].

Результаты наших многолетних исследований свидетельствуют о том, что пробиотические препараты на основе *Bacillus subtilis* не только обладают антимикробным действием, но и оказывают комплексное влияние на организм животного. По данным наших исследований, животным в ранний постнатальный период жизни целесообразно применять пробиотические препараты на основе бацилл с профилактической целью: для оптимизации микробиоценозов в организме животных и предупреждения контаминации кишечника условно-патогенными бактериями, профилактики

желудочно-кишечных болезней, повышения интенсивности роста, продуктивности и качества продукции, санации животных и помещений для оптимизации экологической среды их обитания. Важной особенностью пробиотиков является их способность регулировать и стимулировать пищеварение, повышать противоинфекционную устойчивость организма, оказывать в ряде случаев противоаллергенное действие [9–11]. Применение пробиотических препаратов с профилактической целью позволит до минимума сократить использование антибиотиков.

Включение пробиотиков в технологию выращивания молодняка – наиболее перспективный способ сохранения здоровья, получения органопродукции и профилактики заболеваний, основанный на экологически безопасных механизмах поддержания высокого уровня колонизационной резистентности кишечника [12 – 14].

Цель наших исследований – изучить эффективность превентивного применения микробиологического препарата ветом 4.24 телятам в ранний постнатальный период их жизни.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований является биологически активная добавка к корму ветом 4.24, в состав которой входит аэробная спорообразующая бактерия *Bacillus amyloliquefaciens* штамма ВКПМ В-10643 (DSM 24615). Клеточная концентрация составляет $1,0 \times 10^9$ колониеобразующих единиц на 1 мл пробиотика. Не содержит ГМО.

Для реализации цели исследований по принципу пар-аналогов из телят 10 суточного возраста были сформированы две опытные и контрольная группы.

Препарат в дозе 1 мкл/кг телятам 1-й опытной группы вводили 2 раза в сутки, утром и вечером во время кормления ежедневно в течение 15 суток, телятам 2-й опытной группы также назначали 2 раза в сутки, в дозе 1 мкл/кг массы, но через

сутки, всего 15 назначений. Телятам контрольной группы препарат не скармливали.

Подопытные телята содержались в одинаковых условиях в индивидуальных клетках. Рацион включал молоко и специфичный комбикорм.

Для определения эффективности действия препарата изучали физиологическое состояние животных, интенсивность их роста, заболеваемость и влияние на биохимические показатели сыворотки крови. С целью изучения влияния препарата на физиологическое состояние подопытных животных ежедневно проводили их осмотр и клиническое исследование.

Для определения абсолютной и относительной массы, среднесуточного прироста живой массы взвешивание телят проводили до начала эксперимента и на 7, 15 и 30-е сутки опыта.

Биохимические исследования сыворотки крови проводили в лаборатории перед началом опыта и после окончания эксперимента.

В сыворотке крови определяли содержание общего белка, каротина, кальция и фосфора с использованием общепринятых методик.

Статистическую обработку числовых данных проводили на персональном компьютере с применением пакета статистического анализа для Microsoft Office Excel. Достоверность различий между группами по количественным признакам оценивали при помощи t-критерия Уэлча. Различия считали статистически значимыми при $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

До применения препарата абсолютная масса телят опытной и контрольной групп не имела достоверных различий (табл. 1).

Под влиянием ветома 4.24 абсолютная масса телят изменялась. На 7-е сутки опыта абсолютная масса телят 1-й и 2-й опытных групп была выше на 2,5 и 1,2 %, чем у телят из контрольной группы, на 15-е сутки – на 4,2 и 1,6; а на 30-е сутки – на 10,1 и 5,1 % соответственно.

Таблица 1

Абсолютная масса подопытных телят, кг
Absolute body weight of experimental calves, kg

Группа	До применения препарата	7-е сутки опыта	15-е сутки опыта	30-е сутки опыта
Контрольная	49,82 ± 0,50	51,10 ± 0,63	55,26 ± 0,78	61,52 ± 2,23
1-я опытная	50,10 ± 1,06	52,42 ± 1,19*	57,68 ± 1,58*	68,40 ± 2,15
2-я опытная	49,94 ± 0,18	51,00 ± 1,21	56,18 ± 1,60*	64,76 ± 0,67*

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

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют о том, что абсолютная масса у телят под влиянием ветома 4.24 повышается. Максимальное увеличение абсолютной массы регистрировали на 30-е сутки исследований. Более выраженные изменения абсолютной массы отмечали у телят 1-й опытной группы, которым препарат назначали ежедневно.

Животные 1-й опытной группы по приросту массы тела превышали аналогов из 2-й опытной группы на 5,6%.

Среднесуточный прирост массы тела телят 1-й и 2-й опытных групп под влиянием препарата повышался на протяжении эксперимента и был выше относительно аналогов из контроля (табл. 2).

Таблица 2

Среднесуточный прирост массы тела, г
Daily average body weight gain, g

Среднесуточный прирост Группа	Период, сутки		
	0–7	7–15	15–30
Контрольная	0,18±0,01	0,52±0,02	0,42±0,05
1-я опытная	0,33±0,01**	0,66±0,04*	0,71±0,06**
2-я опытная	0,25±0,04	0,56±0,09	0,57±0,03*

На 7-е сутки опыта у телят 1-й и 2-й опытных групп среднесуточный прирост массы тела был выше, чем в контрольной группе, на 83,3 и 38,9% соответственно, но данные недостоверны. Среднесуточный прирост у животных 1-й опытной группы был на 32,0% выше, чем у аналогов из 2-й группы. Высокий среднесуточный прирост у опытных животных, в этот период и на протяжении эксперимента, можно объяснить плохими условиями содержания, кормления и эксплуатации коров. В результате рождаются телята с низким жизненным потенциалом и соответственно невысокой интенсивностью роста. На таком физиологическом фоне применяемый пробиотик, активизируя процессы пищеварения, обмен веществ и повышая жизнестойкость организма, приводит интенсивность роста животных в пределах физиологической нормы для этого вида и возраста животных.

На 15-е сутки опыта наблюдали увеличение прироста живой массы у телят в 1-й и 2-й опытных группах по сравнению с контролем на 26,9 и 7,7% соответственно. Телята 1-й опытной группы по среднесуточному приросту массы тела превышали аналогов из 2-й опытной группы на 15,1%.

На 30-е сутки опыта регистрировали увеличение прироста живой массы у телят в 1-й и 2-й опытных группах по сравнению с контролем на 69,0 и 35,7% соответственно.

Максимальный среднесуточный прирост регистрировали у телят 1-й опытной группы, которым препарат назначали ежедневно в течение 15 суток, причем не только в период назначения препарата, но и через 15 суток после прекращения его назначения. На 30-е сутки исследований телята 1-й опытной группы по среднесуточному

приросту массы тела превышали аналогов из 2-й опытной группы на 24,6%.

Под влиянием пробиотического препарата ветома 4.24 относительная скорость роста животных также повышалась (табл. 3).

Таблица 3

Относительная скорость роста телят по Броди, %
Relative growth speed of calves according to Brodi, %

Группа	Период, сутки		
	0–7	7–15	15–30
Контрольная	2,50±0,00	7,80±0,00	10,70±0,01
1-я опытная	4,50±0,00***	9,60±0,00*	17,00±0,01*
2-я опытная	3,50±0,00	8,30±0,00	14,20±0,00

На 7-е сутки опыта относительная скорость роста у телят 1-й и 2-й опытных групп была выше, чем у телят из контроля, на 80,0 и 40,0, на 15-е сутки – на 23,1 и 6,4, на 30-е сутки – на 58,9 и 32,7% соответственно.

Таким образом, при применении ветома 4.24 у телят повышается абсолютная масса, среднесуточный прирост, скорость роста телят в течение эксперимента. Выраженность этих изменений зависела от схемы применения препарата. Телята 1-й опытной группы, которым препарат применяли ежедневно, по изучаемым показателям превосходили аналогов из 2-й группы на протяжении всего опыта. При применении препарата интенсивность роста телят повышалась не только в период действия препарата, но и в течение 15 суток после прекращения назначения пробиотика в 1-й опытной группе. Это происходит в результате оптимизации микробиоценоза в кишечнике, активизации процессов пищеварения, стабилизации иммунного статуса и устойчивости

организма телят к действию неблагоприятных факторов внешней среды.

Не установлено достоверных различий у животных 1-й и 2-й опытных и контрольной групп по содержанию в сыворотке крови общего белка, каротина, кальция и фосфора. Изучаемые показатели сыворотки крови были в пределах физиологических норм для телят, что свидетельствует о физиологичности и безвредности ветома 4.24.

ВЫВОДЫ

1. Абсолютная масса, среднесуточный прирост живой массы и относительная скорость ро-

ста телят опытных групп по Броди при применении ветома 4.24 повышаются.

2. Оптимальной схемой применения ветома 4.24 является ежедневное применение препарата в течение 14 суток. Телята 1-й опытной группы по абсолютной массе, среднесуточному приросту массы тела и относительной скорости роста превышали аналогов из 2-й группы.

3. Препарат физиологичен для организма новорожденных телят. Изменение изучаемых параметров происходило в пределах физиологических возможностей организма. Побочных явлений при применении ветома 4.24 не регистрировали.

БЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлов Д.К. Заболевание желудочно-кишечного тракта у новорожденных телят // Ветеринарная жизнь. – 2006. – № 11. – С. 8.
2. Костюкова Е. В., Эленшлегер А. А. Применение пробиотика «Ветом 4.24» для лечения и профилактики диспепсии новорожденных телят: метод. рекомендации. – Барнаул: Изд-во АГАУ. – 2013. – 9 с.
3. Изучение влияния гомобиотика велес 6.59 на организм молодняка крупного рогатого скота / Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, А.Г. Ноздрин [и др.] // Эффективные и безопасные лекарственные средства в ветеринарии: материалы I Междунар. конгр. вет. фармакологов. – СПб., 2008. – С. 92–93.
4. Зыкин Л. Ф., Ханпеев З. Ю. Клиническая микробиология для ветеринарных врачей. – М.: Колос, 2006. – 96 с.
5. Выбор показателей, характеризующих рост и спорообразование антагонистически активных бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* в глубинных культурах / В. А. Филин, А. Т. Харченко, И. А. Поберий [и др.] // Биотехнология. – 1998. – № 1. – С. 73–78.
6. Каширская Н. Ю. Значение пробиотиков и пребиотиков в регуляции кишечной микрофлоры // Рос. мед. журн. – 2000. – № 13–14. – С. 24.
7. Данилевская Н. В. Фармакологические аспекты применения пробиотиков // Ветеринария. – 2005. – № 11. – С. 6–10.
8. Тараканов В. Б., Николичева Т. А. Новые биопрепараты для ветеринарии // Ветеринария. – 2000. – № 7. – С. 45–50.
9. Ноздрин Г. А., Ноздрин А. Г., Иванова А. Б. Механизм антимикробного действия пробиотических препаратов // Новые пробиотические и иммуностропные препараты в ветеринарии: материалы Рос. науч.-практ. конф. НГАУ. – Новосибирск, – 2003. – С. 56–58.
10. Штаммы бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, используемые в качестве компонентов препарата против вирусных и бактериальных инфекций, и препарат на основе этих штаммов: пат. на изобретение RUS 2142287 / С. Н. Щелкунов, В. А. Петренко, О. И. Рязанкина [и др.] – 1997.
11. Фармакология: учеб. [Электрон. ресурс] / В. Д. Соколов, Н. Л. Андреева, Г. А. Ноздрин [и др.] – СПб.: Лань, 2013. – 576 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10255.
12. Ноздрин Г. А., Шевченко А. И. Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* и качество продукции птицеводства // Вестн. НГАУ. – 2006. – № 5. – С. 34–35.
13. Ноздрин А. Г. Превентивное применение ветома 1.19 пороссятам после отъема // Новые пробиотические и иммуностропные препараты в ветеринарии: материалы Рос. науч.-практ. конф. НГАУ. – Новосибирск, 2003. – С. 35.
14. Ноздрин Г. А. Состояние и перспективы применения пробиотиков на основе *Bacillus subtilis* в Западно-Сибирском регионе // Новые пробиотические и иммуностропные препараты в ветеринарии: материалы Рос. науч.-практ. конф. НГАУ. – Новосибирск, 2003. – С. 7–9.

REFERENCES

1. Pavlov D. K., *Veterinarnaja zhizn*», 2006, No. 11, 8 p. (In Russ.)
2. Kostjukova E. V., Jelenshleger A. A., *Primenenie probiotika Vetom 4.24 dlja lechenija i profilaktiki dispepsii novorozhdennyh teljat: metodicheskie rekomendacii* (The use of probiotic Vetom 4.24 for the treatment and prevention of neonatal calves dyspepsia: guidelines), 2013, Barnaul, Izd. AGAU, 9 p. (In Russ.)
3. Nozdrin G. A., Ivanova A. B., Nozdrin A. G., *Jeffektivnye i bezopasnye lekarstvennye sredstva v veterinarii: materialy I mezhdunar. kongr. vet. farmakologov*, 2008, SPb, pp. 92–93. (In Russ.)
4. Zykin L. F., Happev Z. Ju. *Klinicheskaja mikrobiologija dlja veterinarnyh vrachej* (Clinical microbiology for veterinarians), Moscow, Kolos, 2006, 96 p.
5. Filin V. A., Harchenko A. T., Poberij I. A., *Biotehnologija*, 1998, No. 1, pp. 73–78. (In Russ.)
6. Kashirskaja N. Ju., *Ros. med. zhur.*, 2000, No. 13–14, 24 p. (In Russ.)
7. Nozdrin G. A., Ivanova A. B., Nozdrin A. G., *Jeffektivnye i bezopasnye lekarstvennye sredstva v veterinarii: materialy I mezhdunar. kongr. vet. farmakologov*, SPb, 2008. (In Russ.)
8. Danilevskaja N. V., *Veterinarija*, 2005, No. 11, pp. 6–10. (In Russ.)
9. Tarakanov V. B., Nikolicheva T. A., *Veterinarija*, 2000, No. 7, pp.45–50. (In Russ.)
10. Nozdrin G. A., Nozdrin A. G., Ivanova A. B. *Novye probioticheskie i immunotropnye preparaty v veterinarii: materialy Ros. nauch. – prakt. konf. NGAU*, 2003, Novosibirsk, pp.56–58. (In Russ.)
11. Shhelkunov S. N., Petrenko V. A., Rjazankina O. I. *Shtammy bakterij Bacillus subtilis i Bacillus licheniformis, ispol'zuemye v kachestve komponentov preparata protiv virusnyh i bakterial'nyh infekcij, i preparat na osnove jetih shtammov*, 1997, pat. na izobrenenie RUS 2142287.
12. Sokolov V. D., Andreeva N. L., Nozdrin G. A. *Farmakologija* (Pharmacology), Available at: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10255.
13. Nozdrin G. A., Shevchenko A. I., *Vestn. NGAU*, 2006, No. 5, pp. 34–35. (In Russ.)
14. Nozdrin A. G. *Novye probioticheskie i immunotropnye preparaty v veterinarii: materialy Ros. nauch. – prakt. konf. NGAU*, 2003, Novosibirsk, 35 p. (In Russ.)
15. Nozdrin G. A. *Novye probioticheskie i immunotropnye preparaty v veterinarii: materialy Ros. nauch. – prakt. konf. NGAU*, 2003, Novosibirsk, pp. 7–9. (In Russ.)

УДК 619:615

ЭКСТЕРЬЕРНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕРЕБЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ ОРЛОВСКОЙ РЫСИСТОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВЕТОМА 3.22 И ВЕТОМА 3

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

¹Е.В. Диденко, аспирант

²А.А. Лемяк, кандидат биологических наук,
зав. лабораторией биотехнологического контроля

¹Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия

²ООО НПФ «Исследовательский центр», наукоград
Кольцово, Новосибирская область, Россия

E-mail: nozdrin.grigory@yandex.ru

Ключевые слова: пробиотики, ветом 3, ветом 3.22, экстерьер, зоотехнические промеры, масса тела, жеребята-отъемыши, орловская рысистая порода

Реферат. Представлены результаты изучения влияния пробиотических препаратов ветом 3.22 и ветом 3 на зоотехнические промеры и массу тела жеребят-отъемышей орловской рысистой породы. Результаты исследований учитывали непосредственно после завершения применения препаратов и через 6 месяцев. Ветом 3.22 и ветом 3 стимулировали увеличение высоты в холке, косой длины туловища, обхвата груди, обхвата пясти и абсолютной массы тела. Экстерьерные показатели жеребят при применении ветома 3.22 и ветома 3 улучшаются не только в период введения препаратов, но и в течение 6 месяцев после прекращения их применения. Препараты не оказывали побочного действия. В период применения изучаемых препаратов жеребятам происходит увеличение высоты в холке на 1,76–2,58 %, косой длины туловища – на 0,10–24,56, обхвата груди – на 0,10–3,94, обхвата пясти – на 0,43–5,36 и абсолютной массы тела на 2,49–6,35 %. Через 6 месяцев после прекращения применения препаратов зоотехнические промеры были достоверно выше аналогов из контроля по высоте в холке у жеребят 1, 3 и 5-й групп, косой длине туловища – 2, 3 и 5-й групп, обхвату груди – 2, 4 и 5-й групп, обхвату пясти – 5 и 6-й групп и абсолютной массе – 1, 4 и 5-й групп. В данный период по всем изучаемым экстерьерным показателям более высокие результаты регистрировали у жеребят 5-й опытной группы, которым применяли ветом 3.22 в дозе 1мкл/кг массы. Выраженность позитивного действия зависела от изучаемого препарата, дозы и схемы применения. Максимальное увеличение всех изучаемых зоотехнических показателей регистрировали при применении в дозе 1 мкл/кг массы 1 раз в сутки, 5 дней ежедневно, затем через сутки, 9 назначений. Препарат выпускается в жидкой форме. Изучаемые пробиотические препараты улучшают спортивные возможности жеребят согласно совокупности данных о прямой зависимости между высотой в холке, шириной груди и резвостью лошадей. Препараты не оказывали на жеребят побочного действия.

EXTERIOR PARAMETERS OF WEANING COLTS WHEN APPLYING VETOM 3.22 AND VETOM 3

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

¹Didenko E.V., PhD-student

²Leliak A.A., Candidate of Biology, the Head of the Laboratory of Biological Control

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Research Centre, Koltsovo, Novosibirsk region, Russia

Key words: probiotics, vetom 3, vetom 3.22, exterior, livestock measuring, body weight, weaning colts, Orel roadster breed.

Abstract. The paper explores the impact of vetom 3.22 and vetom 3 on livestock measuring and body weight of Orel roadster weaning colts. The research results were assessed after finishing the period of application of

the specimen and in 6 months. Vetom 3.22 and vetom 3 increased height at the withers, body length, chest girt, metacarpus girt and absolute body weight. Exterior parameters of colts when applying vetom 3.22 and vetom 3 increase in the period of application and during 6 months after. The specimens didn't affect the colts condition. During application of the specimen the researchers observed increasing of height at the withers on 1.76-2.58%, body length on 0.10-24.56%, chest girt on 0.10 – 3.94%, metacarpus girt on 0.43 -5.36% and absolute body weight on 2.49-6.35%. In 6 months after finishing the application of the specimen, livestock measurements were definitely higher than that of the control group on height at the withers of these colts from 1st, 3rd and 5th group, body length – 2nd, 3rd and 5th groups, chest girt-2nd, 4th and 5th group; metacarpus girt - 5th and 6th group and absolute body weight – 1st, 4th and 5th groups. The authors observed the highest exterior parameters in the colts of the 5th group where vetom 3.22 dosed 1 mkl/kg was applied. The positive impact depended on the explored specimen, dose and application scheme. Maximum increase of all livestock parameters was observed when applying the specimen dosed 1 mkl/kg of mass once a day, 5 days and then in a day 9 times. The specimen is liquid. The probiotics improve sport capacities of colts as there is a relation among height at the withers, wide chest and speed of a horse.

В конце XX столетия в ветеринарии и животноводстве начинают активно применяться микробиологические препараты на основе пробиотических штаммов бактерий. Большой вклад в разработку пробиотиков серии ветом сделан научно-производственной фирмой «Исследовательский центр» [1–3].

Научные основы применения ветома сельскохозяйственным животным, курам, индейкам, гусям, пушным зверям, рыбам, пчелам были разработаны под руководством Г.А. Ноздрина. За 20-летний период совместной работы сотрудников НПФ «Исследовательский центр» и профессорско-преподавательского коллектива кафедры фармакологии и общей патологии НГАУ проведены доклинические и клинические испытания 8 пробиотических препаратов.

Разработаны и определены оптимальные технологические схемы применения препаратов серии ветом в животноводстве, свиноводстве, овцеводстве, птицеводстве, пушном звероводстве, рыбоводстве и пчеловодстве. Изучен механизм действия препаратов и хронофармакологические особенности их действия. Установлено, что пробиотики серии ветом оказывают позитивное влияние на микробиоценоз желудочно-кишечного тракта, активизируют в организме обменные процессы и биосинтез белка, нормализуют окислительно-восстановительные процессы, увеличивают количество витаминов, стимулируют клеточные и гуморальные факторы иммунитета [4].

Разработаны инновационные проекты применения пробиотиков для стимуляции интенсивности роста и профилактики заболеваний молодняка в ранний постнатальный период жизни; повышения продуктивности и качества получаемой продукции; профилактики гинекологических заболеваний у коров; профилактики вирусных заболеваний у пчёл и повышения их продуктивности;

улучшения качества меха; повышения эффективности рыбоводства [5–10].

Несмотря на длительное изучение препаратов серии ветом на различных видах животных, сведений о его применении у лошадей крайне мало [11–12]. На кафедре фармакологии и общей патологии Новосибирского ГАУ для изучения влияния ветома на спортивных лошадей было проведено всего 2 серии опытов [13–15]. В опытах 2002–2003 гг. было изучено влияние ветома на жеребят-отъемышей русской рысистой породы. В 2013–2014 гг. проводились опыты на лошадях 2-, 3-, 6- и 12-летнего возраста. Было установлено, что у молодняка происходила активизация роста и формирования организма. У лошадей, выступавших на соревнованиях, отмечали улучшение результатов собственных достижений и уменьшение периода восстановления после соревнований. Однако до настоящего времени мало изучен механизм действия ветома и его влияние на физиологический статус и телосложение спортивных лошадей, функциональное состояние нервной системы, качество движений, скорость восстановления функций организма после высоких нагрузок во время соревнований, устойчивость и невосприимчивость к заразным болезням [16].

Правильное телосложение спортивной лошади практически гарантирует достижение высоких результатов в испытаниях. Оно напрямую зависит от таких факторов, как грамотный тренинг, качественный уход и питание, своевременное выявление, лечение и профилактика различных заболеваний, в том числе и патологий обмена веществ [17]. Адаптация жеребят в период после отъёма сопряжена с риском отставания в росте и развитии, что, в свою очередь, препятствует реализации генетического спортивного потенциала. Пропорционально сложенная лошадь обладает большим потенциа-

лом движений. Принимая во внимание особенности строения органов пищеварительной системы лошадей, а также высокую вероятность возникновения патологий именно в этой системе органов [17], было решено провести исследования влияния ветома 3.22 и ветома 3, действующих преимущественно в толстом отделе кишечника.

В этой связи актуальность работы не вызывает сомнения.

Цель исследования заключалась в изучении влияния ветома 3.22 и ветома 3 на основе *Bacillus amyloliquifaciens* штамма ВКПМ В-10642 (DSM 24614) на интенсивность роста, развития и телосложение жеребят орловской рысистой породы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для реализации цели исследований по принципу пар-аналогов из физиологически здоровых жеребят в период отъема были сформированы контрольная и 6 опытных групп (табл. 1). В каждой группе было по 6 жеребят. Животным контрольной группы препараты не применяли. Жеребят 1–5-й опытных групп назначали ветом 3.22, жеребят 6-й опытной группы – ветом 3.

Оценку экстерьера жеребят проводили по зоотехническим промерам до и после применения препаратов, также через полгода после последнего применения ветома. В опыте учитывали наиболее значимые промеры. Определяли высоту в холке измерительной палкой от земли до высшей точки холки вертикально с точностью до 1 см. Косую длину туловища измеряли при помощи измерительной палки от переднего выступа плечелопаточного сочленения до задней точки седалищного бугра. Обхват груди за лопатками измеряли с помощью измерительной ленты по окружности, проходящей по касательной к заднему углу лопатки. Обхват пясти определяли измерительной лентой в нижней части верхней трети пясти в самом тонком месте пястной кости левой передней конечности. Зоотехнические промеры являются более точными и объективными методами оценки экстерьера и позволяют определить спортивные возможности жеребят.

Абсолютную массу тела устанавливали по методу Чашкина по формуле:

$$ВХ \cdot 2,1 + ОГ \cdot 2,2 - 344,$$

где ВХ – высота в холке, см; ОГ – обхват груди, см.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием программы Microsoft Office Excel.

Таблица 1

Схема опыта
Experiment scheme

Группа	Препарат	Курс, сут	Периодичность	Доза активного вещества, мкл/кг
Контрольная			Не применяется	
1-я опытная	Ветом 3.22	14	Ежедневно 1 раз в сутки	0,5 мкл/кг
2-я опытная		14	Ежедневно 2 раза в сутки	0,5 мкл/кг
3-я опытная		14	Ежедневно 1 раз в сутки	1 мкл/кг
4-я опытная		14	Ежедневно 2 раза в сутки	1 мкл/кг
5-я опытная		14	Ежедневно первые 5 суток, затем через сутки 1 раз в сутки 9 назначений	1 мкл/кг
6-я опытная	Ветом 3	14	Ежедневно 1 раз в сутки	50 мг/кг

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

До применения пробиотических препаратов по высоте в холке жеребята опытной и контрольной групп не имели достоверных различий (табл. 2).

После завершения применения препаратов животные 1, 2, 3, 5 и 6-й опытных групп имели данный зоотехнический показатель выше контрольных жеребят на 2,00; 2,58; 1,76; 2,00 и 2,00% соответственно. Показатели контрольной и 4-й опытной группы были равны. Наибольший интерес

Таблица 2
Динамика изменения высоты в холке (M±m), см
Dynamics of changing of height at the withers (M±m), sm

Группа	До опыта	После завершения курса препарата	Через 6 месяцев после завершения курса препарата
Контрольная	141,00±1,32	141,83±1,22	150,83±0,83
1-я опытная	143,17±2,06	144,67±1,84	155,50±1,54*
2-я опытная	142,67±2,55	145,50±2,32	153,67±2,36
3-я опытная	142,17±1,19	144,33±1,63	153,50±0,72*
4-я опытная	140,50±1,80	141,83±0,56	154,17±1,45
5-я опытная	141,67±2,80	144,67±2,67	157,17±2,38*
6-я опытная	140,00±1,73	144,67±1,98	153,67±1,67

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

представили результаты в период последействия препаратов, через 6 месяцев. Жеребята 1, 3 и 5-й групп достоверно превышали ($P < 0,05$) аналогов из контрольной группы на 3,10; 1,77 и 4,20% соответственно. Животные 2, 4 и 6-й групп также превосходили контрольную группу на 1,88; 2,21 и 1,88% соответственно, но данные недостоверны.

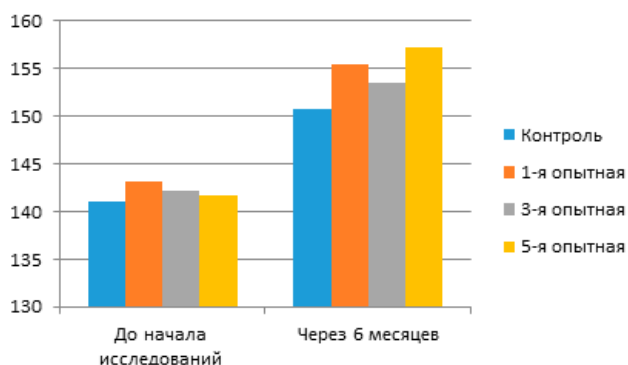


Рис. 1. Динамика изменения высоты в холке
Dynamics of changing of height at the withers

Максимальные показатели изменения высоты в холке регистрировали у жеребят 5-й опытной группы, которые превосходили аналогов из 1-й и 3-й опытных групп на 1,06 и 2,23%, а в абсолютных единицах различия составили 1,67 и 3,5 см соответственно (рис. 1).

По кривой длине туловища до применения препаратов опытные и контрольные животные не имели различий (табл. 3).

Таблица 3

Динамика изменения кривой длины туловища ($M \pm m$), см
Dynamics of body length changing ($M \pm m$), sm

Группа	До опыта	После завершения курса препарата	Через 6 месяцев после завершения применения препарата
Контрольная	128,50±1,86	131,67±1,94	141,50±0,96
1-я опытная	128,83±1,66	133,17±2,06	145,67±2,89
2-я опытная	129,67±1,84	134,50±2,26	150,00±2,39*
3-я опытная	131,67±1,82	137,67±1,02*	148,00±2,00*
4-я опытная	127,00±0,73	133,17±0,60	144,50±1,73
5-я опытная	128,50±2,26	133,67±3,26	148,67±1,28**
6-я опытная	126,67±2,79	131,83±2,06	141,68±3,04

Непосредственно после завершения применения препаратов животные 1–6-й опытных групп имели показатели выше контрольных на 1,14; 2,15; 4,56 ($P < 0,05$); 1,14; 1,52 и 0,12% соот-

ветственно, однако достоверными различия были только у животных 3-й опытной группы.

Через 6 месяцев после завершения применения препаратов наиболее выраженное увеличение кривой длины туловища регистрировали у жеребят 2, 3 и 5 опытных групп, которые превосходили аналогов из контрольной группы на 6,00 ($P < 0,05$); 4,59 ($P < 0,05$) и 5,07% ($P < 0,01$) соответственно. Жеребята 1, 4 и 6-й групп также превосходили аналогов из контроля по изучаемому показателю на 2,95; 2,12 и 0,12% соответственно, но данные статистически недостоверны. Наиболее выраженные изменения кривой длины туловища наблюдались у жеребят 2-й опытной группы, которые превосходили животных 3-й и 5-й групп на 1,33 и 0,89% соответственно. Различия в абсолютных величинах составили 2,00 и 1,33 см (рис. 2).

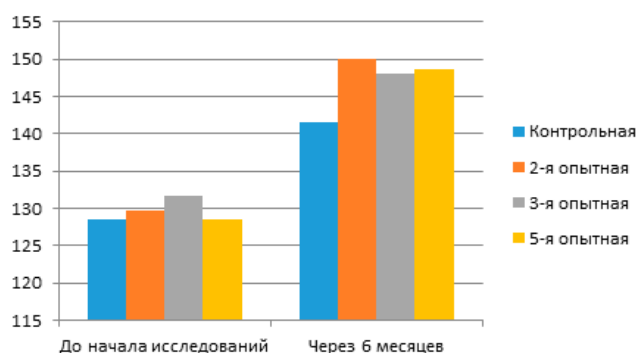


Рис. 2. Динамика изменения кривой длины туловища
Dynamics of body length changing

До начала исследований животные подопытных групп не имели достоверных различий по объему груди (табл. 4). После завершения применения препаратов животные 1–6-й опытных групп превосходили аналогов из контроля на 1,60; 3,42; 0,92; 0,10; 0,46 и 0,34% соответственно, но данные недостоверны. Изучаемый

Таблица 4

Динамика изменения объёма груди ($M \pm m$), см
Dynamics of chest girth ($M \pm m$), sm

Группа	До опыта	После завершения курса препарата	Через 6 месяцев после завершения курса препарата
Контрольная	145,67±1,05	146,33±0,92	156,50±0,85
1-я опытная	146,67±1,15	148,67±1,84	158,33±1,54
2-я опытная	146,00±3,20	151,33±4,67	162,67±1,80*
3-я опытная	144,50±2,16	147,67±2,25	156,83±1,96
4-я опытная	144,50±0,89	146,67±0,99	158,50±1,09*
5-я опытная	145,67±2,94	147,00±2,71	162,33±1,41**
6-я опытная	144,83±1,78	146,83±1,96	157,50±3,95

показатель через 6 месяцев после завершения применения препаратов у жеребят 2, 4 и 5-й опытных групп был достоверно выше, чем у аналогов из контрольной, на 3,94 и 1,28 ($P < 0,05$) и 3,73 % ($P < 0,01$) соответственно. Животные 1, 3 и 6-й опытных групп также превосходили аналогов из контрольной группы на 1,17; 0,21 и 0,64% соответственно, но данные недостоверны.

Наиболее выраженные изменения обхвата груди жеребят отмечали во 2-й опытной группе, которые превосходили 4-ю и 5-ю на 2,56 и 0,21 %, в абсолютных величинах – на 4,17 и 0,34 см соответственно (рис. 3).

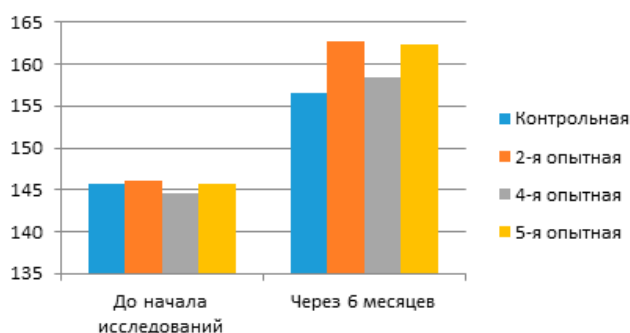


Рис. 3. Динамика изменений обхвата груди
Dynamics of chest girt

До начала исследований опытные и контрольная группы не имели различий по обхвату пясти (табл. 5). После завершения применения препаратов животные 1, 2, 4, 5 и 6-й опытных групп превосходили контрольную группу на 1,44; 2,42; 1,44; 3,87 ($P < 0,05$) и 0,98% соответственно. Через 6 месяцев после завершения применения препаратов жеребята 1–6-й опытных групп имели изучаемый показатель выше данных контрольной группы на 2,68; 3,11; 5,36; 0,43; 4,87 ($P < 0,05$) и 4,87% ($P < 0,05$) соответственно.

Таблица 5
Динамика изменений обхвата пясти ($M \pm m$), см
Dynamics of metacarpus girt ($M \pm m$), sm

Группа	До опыта	После завершения курса препарата	Через 6 месяцев после завершения курса препарата
Контрольная	17,17±0,31	17,33±0,21	18,67±0,21
1-я опытная	17,33±0,21	17,58±0,20	19,17±0,11
2-я опытная	17,33±0,61	17,75±0,57	19,25±0,31
3-я опытная	17,00±0,26	17,33±0,25	19,33±0,33
4-я опытная	16,50±0,22	17,58±0,25	18,75±0,36
5-я опытная	17,33±0,33	18,00±0,13*	19,58±0,30*
6-я опытная	17,33±0,33	17,50±0,22	19,58±0,27*

Животные опытных и контрольной групп не имели достоверных различий по абсолютной мас-

се тела до начала исследований (табл. 6). После завершения применения препаратов жеребята 1–6-й опытных групп превосходили данные аналогов из контроля на 3,87; 6,35; 2,88; 0,07; 2,62 и 2,49% соответственно, но данные недостоверны. Через 6 месяцев после завершения применения препаратов жеребята 1, 4 и 5-й опытных групп достоверно ($P < 0,05$) превосходили контрольную группу на 4,18; 3,47 и 7,71 % соответственно. Животные 2, 3 и 6-й опытной группы также превосходили аналогов из контроля на 5,80; 1,96 и 2,51 % соответственно, но данные недостоверны.

Таблица 6
Динамика изменения массы тела ($M \pm m$), кг
Dynamics of changing of body weight ($M \pm m$), kg

Группа	До опыта	После завершения курса препарата	Через 6 месяцев после завершения курса препарата
Контрольная	272,57±3,05	275,78±1,47	317,05±2,92
1-я опытная	279,32±5,37	286,87±5,84	330,88±4,76*
2-я опытная	276,80±11,92	294,48±14,99	336,57±8,35
3-я опытная	272,45±7,04	283,97±7,94	323,38±4,37
4-я опытная	268,95±2,38	275,97±2,75	328,45±3,10*
5-я опытная	273,97±12,34	283,20±11,47	343,53±8,01*
6-я опытная	268,63±6,15	282,83±8,15	325,20±11,79

Наиболее выраженные изменения наблюдали у жеребят 5-й опытной группы, которые превосходили животных 1-й и 4-й групп на 3,68 и 4,39% соответственно. Различия в абсолютных величинах составили 12,65 и 15,08 кг (рис.4).

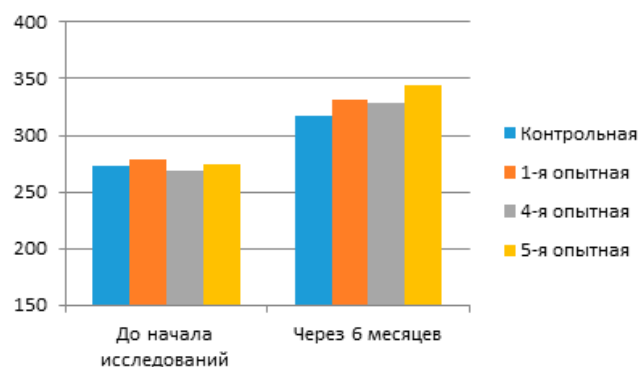


Рис. 4. Динамика изменения массы тела
Dynamics of changing of body weight

В результате проведенных исследований нами установлена взаимосвязь между применением препаратов серии ветом и ускорением динамики роста и развития животных. При этом наиболее выраженные изменения высоты в холке, обхвата пясти и абсолютной массы тела происходили в 5-й опытной группе, животным которой

применяли жидкую форму микробиологического препарата ветом 3.22 в дозе 1 мкл/кг 1 раз в сутки, 5 суток подряд, а потом ещё 9 применений через сутки. Отметим, что жеребята 5-й опытной группы демонстрировали улучшение всех изучаемых показателей. Наиболее выраженные изменения косой длины туловища и обхвата груди наблюдали у животных 2-й опытной группы, которые получали препарат по схеме 2 раза в сутки в течение 14 суток подряд в дозе 0,5 мкл/кг массы.

ВЫВОДЫ

1. Экстерьерные показатели жеребят при применении ветома 3.22 и ветома 3 улучшаются не только в период введения препаратов, но и в течение 6 месяцев после прекращения их применения. Препараты не оказывали побочного действия.

2. В период применения изучаемых препаратов жеребят происходит увеличение высоты в холке на 1,76–2,58%, косой длины туловища – на 0,10–24,56, обхвата груди – на 0,10–3,94, об-

хвата пясти – на 0,43–5,36% и абсолютной массы тела – на 2,49–6,35%. Через 6 месяцев после прекращения применения препаратов зоотехнические промеры были достоверно выше, чем у аналогов из контроля, по высоте в холке у жеребят 1, 3 и 5-й групп, косой длины туловища – 2, 3 и 5-й групп, обхвата груди – 2, 4 и 5-й групп, обхвата пясти – 5-й и 6-й групп и абсолютной массе – 1, 4 и 5-й групп.

3. Выраженность позитивного действия зависела от изучаемого препарата, дозы и схемы применения. Максимальное увеличение всех изучаемых зоотехнических показателей регистрировали при применении ветома 3.22, в дозе 1 мкл/кг массы 1 раз в сутки, 5 дней ежедневно, затем через сутки 9 назначений.

4. Изучаемые пробиотические препараты улучшают спортивные возможности жеребят согласно совокупности данных о прямой зависимости между высотой в холке, шириной груди и резвостью лошадей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Штаммы бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, используемые в качестве компонентов препарата против вирусных и бактериальных инфекций, и препарат на основе этих штаммов: пат. на изобретение RUS 2142287/ С. Н. Щелкунов, В. А. Петренко, О. И. Рязанкина [и др.]. – 1997.*
2. *Малик Н. И., Панин А. М.* Ветеринарные пробиотические препараты // *Ветеринария*. – 2001. – № 1. – С. 46–51
3. *Панин А. Н., Малик Н. И.* Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных // *Ветеринария*. – 2006. – № 7. – С. 19–22
4. *Соколов В. Д.* Фармакология: учеб. [Электрон. ресурс]. – СПб.: Лань, 2013. – 576 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10255. – (Дата обращения: 27.10.2017).
5. *Ноздрин Г. А., Тишков С. Н.* Хронофармакологические особенности влияния пробиотиков на биохимические показатели сыворотки крови у кур в естественных условиях и на фоне действия атипичных циркадных ритмов // *Вестн. НГАУ*. – 2015. – № 4 (37). – С. 127–134.
6. *Гистологическая характеристика печени цыплят кросса ISA F-15 в постнатальном онтогенезе при применении пробиотиков / А. А. Леляк, Г. А. Ноздрин, А. И. Леляк, Н. В. Ревков // Достижения науки и техники АПК*. – 2012. – № 10. – С. 55–57.
7. *Ноздрин Г. А., Шевченко А. И., Диганов А. И.* Мясная продуктивность индеек-бройлеров при введении в рацион пробиотика ветом 1.1, препарата Сел-Пекс и их сочетания // *Междунар. вестн. ветеринарии*. – 2009. – № 1. – С. 32–36.
8. *Перспективы применения бактериальных препаратов и пробиотиков в рыбоводстве / А. Б. Иванова, Б. Т. Сариев, Г. А. Ноздрин [и др.] // Вестн. НГАУ*. – 2012. – № 2 (23), ч. 2. – С. 58–66.
9. *Изменение микробоценоза кишечника цыплят-бройлеров кросса ISA F-15 при применении ветома 3 и ветома 3.22 / Г. А. Ноздрин, Н. В. Ревков, А. И. Леляк [и др.] // Достижения науки и техники АПК*. – 2012. – № 10. – С. 58–60.
10. *Ноздрин Г. А., Шевченко А. И.* Пробиотики на основе *Bacillus subtilis* и качество продукции птицеводства // *Вестн. НГАУ*. – 2006. – № 5. – С. 34–35.
11. *Канакова Н. Б.* Сравнительная характеристика лошадей рысистых пород по экстерьеру и резвости // *Вестн. Ульянов. ГСХА*. – 2012. – № 4. – С. 92–94.

12. Ковач М. Колики лошади. Причины. Диагноз. Лечение. – М.: Королев. издат. дом, 2010. – 234 с.
13. Диденко Е. А., Ноздрин Г. А. Влияние ветома 3.22 на реактивность высшей нервной деятельности лошадей двухлетнего возраста // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 80-летию Новосибир. ГАУ. – Новосибирск, 2016. – С. 327–329.
14. Диденко Е. А., Ноздрин Г. А. Динамика зоотехнических показателей лошадей при применении микробиологического препарата ветом 3.22 // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса: сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, студентов, магистрантов и аспирантов, посвящ. 80-летию Новосибир. ГАУ. – Новосибирск, 2016. – С. 329–331.
15. Диденко Е. А., Ноздрин Г. А. Динамика изменений азотсодержащих соединений и билирубина в сыворотке крови спортивных лошадей под влиянием ветома 3.22 // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 3 (40). – С. 124–128.
16. Политова М. А., Лазарев Д. И. Открытые испытания лошадей спортивных пород // Коневодство и конный спорт. – 2005. – № 6. – С. 27–29.
17. Хэтси С., Шарпл Д. Дж. Полный справочник по уходу за лошадьми / пер. с англ. З. Зарифова. – М.: Аквариум Принт, 2005. – 384 с.

REFERENCES

1. Shhelkunov S.N., Petrenko V.A., Rjazankina O.I., Repin V.E., *Shtammy bakterij Bacillus subtilis i Bacillus licheniformis, ispol'zuemye v kachestve komponentov preparata protiv virusnyh i bakterial'nyh infekcij, i preparat na osnove jetih shtammov*, 1997, patent na izobretenie RUS 2142287.
2. Malik N.I., Panin A.M., *Veterinarija*, 2001, No. 1, pp. 46–51. (In Russ.)
3. Panin A.N., Malik N.I. Probiotiki, *Veterinarija*, 2006, No. 7, pp. 19–22. (In Russ.)
4. Sokolov V.D., *Farmakologija* (Pharmacology), available at: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10255
5. Nozdrin G.A., Tishkov S.N., *Vestn. NGAU*, 2015, No. 4 (37), pp. 127–134. (In Russ.)
6. Leljak A.A., Nozdrin G.A., Leljak A.I., Revkov N.V., *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2012, No. 10, pp. 55–57. (In Russ.)
7. Nozdrin G.A., Shevchenko A.I., Diganov A.I., *Mezhdunar. vestn. Veterinarii*, 2009, No.1, pp. 32–36. (In Russ.)
8. Ivanova A.B., Sariev B.T., Nozdrin G.A., *Vestn. NGAU*, 2012, No. 2 (23), pp. 58–66. (In Russ.)
9. Nozdrin G.A., Revkov N.V., Leljak A.I., *Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2012, No. 10, pp. 58–60. (In Russ.)
10. Nozdrin G.A., Shevchenko A.I., *Vestn. NGAU*, 2006, No. 5, pp. 34–35. (In Russ.)
11. Kanakova N.B., *Vestnik Ul'jan. GSHA*, 2012, No. 4, pp. 92–94. (In Russ.)
12. Kovach M., *Koliki loshadi. Prichiny. Diagnostika. Lechenie* (Colic of a horse. Causes. Diagnosis. Treatment), 2010, Moscow, Korolevskij izdatel'skij dom, 234 p.
13. Didenko E.A., Nozdrin G.A., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa (Proceedings of Conference Title Novosib. GAU)*, 2016, Novosibirsk, pp. 327–329. (In Russ.)
14. Didenko E.A., Nozdrin G.A., *Aktual'nye problemy agropromyshlennogo kompleksa (Proceedings of Conference Title Novosib. GAU)*, 2016, Novosibirsk, pp. 329–331. (In Russ.)
15. Didenko E.A., Nozdrin G.A., *Vestn. NGAU*, 2016, No. 3 (40), pp. 124–128. (In Russ.)
16. Politova M.A., Lazarev D.I., *Konevodstvo i konnyj sport*, 2005, No. 6, pp. 27–29. (In Russ.)
17. Hjetsi S., Sharpl» Dzh., *Polnyj spravochnik po uhodu za loshad' mi* (Complete guide to caring for horses), 2005, Moscow, Akvarium Print, 384 p.

УДК 619:615.099; 619:615.9

ГЕПАТОЗАЩИТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛИКВЕРОЛА

¹М.П. Семененко, доктор ветеринарных наук

¹О.А. Фомин, аспирант

²С.И. Кононенко, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

¹Е.В. Кузьмина, доктор ветеринарных наук

¹Краснодарский научно-исследовательский
ветеринарный институт, Краснодар, Россия

²Северо-Кавказский научно-исследовательский
институт животноводства, Краснодар, Россия

E-mail: sever291@mail.ru

Ключевые слова: лабораторные крысы, острый токсический гепатоз, гепатопротектор, печень, биохимия, кровь

Реферат. Представлены материалы по изучению гепатозащитной активности нового инъекционного гепатопротекторного препарата ликверол на модели острого токсического экспериментального тетрахлорметанового гепатита у крыс. Установлено, что ликверол проявляет выраженный фармакотерапевтический эффект при повреждении печени четыреххлористым углеродом, о чем свидетельствуют улучшение клинического состояния подопытных крыс и нормализация морфофункционального состояния печени животных. На фоне введения препарата в гепатоцитах уменьшаются признаки развития цитолитического и холестатического синдромов, а также нормализуются обменные процессы, что проявляется достоверным снижением активности аспаратаминотрансферазы – на 24,0 %, аланинаминотрансферазы – на 33,9 %, щелочной фосфатазы, гамма-глутамилтранспептидазы, холестерина и общего билирубина – в 1,2; 1,1; 1,6 и 1,45 раза соответственно, а также увеличением уровня общего белка на 24,8 %. Ликверол способствует ингибированию процессов перекисного окисления липидов и повышает мощность эндогенной антиокислительной системы организма, что проявляется снижением диеновых конъюгатов в 2,15 раза, кетодиенов – в 1,67, малонового диальдегида – в 1,36 раза. Уровень среднемолекулярных пептидов снижается в 2,38 раза, подтверждая эффективность проводимого лечения.

HEPATOPROTECTIVE EFFECT OF LIQUIROL

¹Semenenko M.P., Dr. of Veterinary Sc.

¹Fomin O.A., PhD-student

²Kononenko S.I., Dr. of Agricultural Sc., Professor

¹Kuzminova E.V., Dr. of Veterinary Sc.

¹Krasnodar Research Veterinary Institute,
Krasnodar, Russia

²North-Caucasus Research Institute of Animal Husbandry, Krasnodar, Russia

Key words: laboratory rats, severe toxic hepatitis, hepatoprotector, liver, biochemistry, blood.

Abstract: The paper studies hepatoprotective effect of new injection hepatoprotective specimen liquirol on the model of severe toxic experimental tetrachlormethane hepatitis of rats. The authors found out that liquerol has pharmaceutical and therapeutic effect when tetrachloromethane affects the liver. This is proved by better condition of tested rats and morphofunctional condition of their liver. Applying the specimen, the authors observed reducing of cytolytic and cholestatic syndromes, improving of metabolism that reduces the effect of aspartate aminotransferase on 24.0%, glutamyl pyruvic transaminase on 33.9% , alkaline phosphatase in 1.2, gamma-glutamyltrans-peptidase in 1.1, cholesteroline in 1.6 and total bilirubin in 1.45 times; crude protein increased on 24.8%. Liquerol enhances inhibiting of lipid peroxidation and increases capacities of endogenous antioxidative system. The number of dien conjugates reduces in 2.15 times, ketodien number reduces in 1.67

time, and malondialdehyde – 1.36 time. The level of midmoleculepeptides reduces in 2.38 times that confirms the effect of treatment.

Основной тенденцией развития молочного скотоводства в настоящее время является увеличение производства молока при одновременном снижении затрат на содержание животных и сохранение их продуктивного здоровья [1].

Однако современная экологическая обстановка, частые нарушения условий кормления и содержания, увеличение интенсивности воздействия химико-физических и биологических токсикантов, низкий адаптивный потенциал самих животных в конечном итоге приводят к метаболической переориентации организма и глубоким нарушениям всех видов обмена веществ [2–4].

Постоянный технологический стресс у животных обуславливает возникновение перенапряжения систем, обеспечивающих гомеостатическую стабильность организма, и является пусковым механизмом снижения неспецифической резистентности и развития ряда патологий. Подобная картина преимущественно характерна для высокопродуктивных, конституционально измененных пород скота, у которых за счет физиологических особенностей, заложенных на генетическом уровне, метаболический синдром проявляется в первую очередь нарушением функциональной деятельности печени [5–7].

Функции печени сложны и многообразны. Это – уникальный орган, сохраняющий динамическое постоянство внутренней среды организма животного. Практически не существует ни одной обменной реакции в организме, которая так или иначе не была бы связана с процессами, протекающими в печени [8–11].

В связи с ее многочисленными функциями именно печень чаще всего подвергается негативному влиянию различных факторов, приводящих к повреждению клеток печени – гепатоцитов или развитию в них дистрофических процессов, обуславливающих возникновение гепатопатий.

При этом независимо от причины, повлекшей за собой развитие патологических процессов в клетках печени, сам процесс снижения функциональной активности гепатоцитов связан либо с повреждением и разрушением клеточных мембран, либо с ослаблением деятельности органелл самих клеток вследствие их дистрофических поражений [12].

Поэтому комплексная терапия данных патологий, помимо устранения этиологических факторов, влияющих на развитие гепатопатий, долж-

на основываться и на использовании лекарственных средств с направленным действием на клетки печени, так называемых гепатопротекторов [13].

Гепатопротекторы – это лекарственные средства с преимущественным влиянием на печеночные клетки. Их действие направлено на восстановление гомеостаза в печени, повышение устойчивости органа к действию патогенных факторов, нормализацию активности и стимуляцию репаративно-регенерационных процессов в печени. В более простом варианте – это препараты, защищающие печень от повреждающего воздействия экзогенных и эндогенных факторов и/или ускоряющие ее регенерацию [14–16].

К сожалению, на сегодняшний день, несмотря на обширный арсенал современных гепатозащитных средств, поиск, разработка и внедрение в ветеринарную практику новых гепатопротекторных препаратов, обладающих эффективными фармакологическими свойствами, низкой токсичностью и отсутствием побочного действия, продолжает оставаться актуальным.

Целью наших исследований явилось изучение гепатопротекторных свойств нового инъекционного препарата – ликверола, разработанного в Краснодарском научно-исследовательском ветеринарном институте.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Любые гепатозащитные средства предназначены для нормализации метаболических функций печени при различного рода поражениях, а также восстановления функциональной активности гепатоцитов. При этом гепатопротекторы, обладая органоспецифической активностью, влияния на здоровую печень практически не оказывают. Поэтому гепатозащитная активность ликверола была изучена на модели острого токсического экспериментального тетрахлорметанового гепатита у крыс.

Ликверол – комплексный гепатопротекторный препарат для сельскохозяйственных животных, представляющий собой раствор слегка желтоватого цвета, обладающий специфическим (чесночным) запахом и вкусом.

Опыт осуществлялся в соответствии с требованиями к врачебно-биологическому эксперименту по подбору аналогов, постановке контроля, со-

блюдению одинаковых условий кормления и содержания животных в период проведения работы и учета результатов.

Исследования проведены на базе вивария лаборатории фармакологии Краснодарского НИВИ на 14 лабораторных крысах обоего пола с массой тела 180–200 г, разделенных на две группы. Острое токсическое повреждение печени воспроизводили однократным внутривентральным введением животным 50%-го масляного раствора тетрахлорметана (CCl₄) в дозе 0,4 мл/кг массы животных [17]. При этом крысам опытной группы за 1 ч до введения четыреххлористого углерода интрагастрально вводили раствор ликверола в дозе 0,1 мл/кг (соответствующего экспериментально-терапевтической дозе) и далее внутримышечно 1 раз в сутки в течение 21 дня после интоксикации тетрахлорметаном. Крысам контрольной группы вводили эквивалентное количество физраствора по аналогичной схеме.

На 21-е сутки с начала введения тетрахлорметана проводили исследование функционального состояния печени животных по степени нормализации биохимических показателей основных патологических синдромов, наблюдающихся при гепатопатиях: цитолиза – активности гепатоиндикаторных ферментов – аланинаминотрансферазы (АлАт), аспаргатаминотрансферазы (АсАт); холестаза – активности в сыворотке крови щелочной фосфатазы, гамма-глутамилтранспептидазы (γ-ГГТ), содержания билирубина и холестерина; белково-синтетической (содержание общего белка) функции; показателей антиоксидантной системы (диеновых конъюгатов, кетодиенов и малонового диальдегида) и уровня эндогенной интоксикации (по содержанию МСМ).

Кроме этого, у 5 интактных здоровых крыс-аналогов, содержащихся в условиях вивария, на заключительном этапе эксперимента также отбирали кровь для биохимического исследования с целью сравнительного анализа показателей животных, подвергнутых интоксикации, со значениями физиологической нормы.

Помимо этого, о степени гепатозащитного действия ликверола судили по его влиянию на клинический статус и выживаемость опытных крыс.

Оценку показателей системы ПОЛ-АОЗ проводили в соответствии с методическими рекомендациями ВНИВИПФиТ (1997) по изучению процессов перекисного окисления липидов и си-

стемы антиоксидантной защиты организма у животных).

Уровень эндогенной интоксикации определяли по методу Н. И. Габриэлян и В. И. Липатовой [18]. Принцип метода заключается в осаждении белков раствором трихлоруксусной кислоты с последующим определением МСМ путем прямой спектрофотометрии при различных длинах волн. Метод основан на поглощении ультрафиолетового света в диапазоне длин волн 230–280 нм радикалами ароматических аминокислот (в основном тирозина, триптофана), содержащихся практически во всех белках. Для количественного определения содержания белка обычно проводят измерение экстинкции растворов при 260 и 280 нм, учитывая, что максимум поглощения света нуклеиновыми кислотами – 260 нм. Светопоглощение при длине волны 280 нм заключается в больших различиях содержания ароматических аминокислот (тирозина, триптофана и фенилаланина) в составе отдельных белков анализируемой пробы.

Лабораторные биохимические исследования проводились на автоматизированном биохимическом анализаторе Vitalab Flexor (Нидерланды).

Полученные в опытах цифровые данные были подвергнуты биометрической обработке методом вариационной статистики по Е. М. Меркурьевой [19] с помощью программного обеспечения фирмы Microsoft Office Excel, фирмы Carl Zeiss. Критерий достоверности определяли по таблице Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что острый токсический гепатит вызывает выраженную гиподинамию, апатию, слабую реакцию на внешние раздражители или ее полное отсутствие, снижение аппетита и потребления воды, взъерошенность и сухость шерстного покрова, желтушность видимых слизистых оболочек. Подобная клиническая картина в контрольной группе наблюдалась в течение 14–16 дней, затем признаки токсикоза стали ослабевать. При этом в опытной группе крыс уже на 6-е сутки эксперимента произошло нивелирование токсического эффекта, проявляемое улучшением внешних клинических признаков – повышением двигательной активности, улучшением аппетита и снижением желтушности слизистых.

Биохимическое исследование сыворотки крови крыс, участвующих в эксперименте, показало,

что введение ликверола животным на фоне острого токсического гепатита способствовало восстановлению нарушенной функциональной активности печени и снижению синдрома цитолиза гепатоцитов (табл. 1).

Так, к концу экспериментального периода в опытной группе отмечается достоверное снижение активности ферментов сыворотки крови белых крыс в сравнении с группой контроля: АсАт – на 24,0, АлАт – на 33,9%, хотя данные показатели

еще не достигли уровня значений интактных животных, превышая их на 21,5 и 60,6%.

Значительное возрастание активности аламин- и аспаргатаминотрансферазы у контрольных животных свидетельствует о нарушении целостности гепатоцитов. Причем повышение уровня АлАт проявилось более существенно, чем АсАт, что может служить маркером острого поражения печени, поскольку в процессе цитолиза гепатоцита в кровь вначале поступает именно АлАТ.

Таблица 1

Биохимические показатели крови крыс при экспериментальном тетрахлорметановом гепатите и применении ликверола (M±m)
Biochemical parameters of rat blood at experimental tetrachloromethane hepatitis and application of liquerol (M±m)

Показатели	Группа		
	интактная (n=5)	контрольная (CCl ₄) (n=7)	опытная (CCl ₄ + ликверол) (n=7)
АсАт, Ед/л	154,3±7,2	246,8±12,4	187,5±11,3*
АлАт, Ед/л	76,8±2,5	186,3±5,7	123,4±4,7*
ЩФ, Ед/л	351,8±11,6	546,2±10,9	423,1±8,6*
γ-ГТТ, нМ/л	5,64±0,13	8,39±0,92	6,01±0,88*
Общий белок г/л	83,5±4,1	54,7±4,8	68,3±2,6*
Холестерин мМ/л	2,4±0,27	5,3±0,71	3,9±0,22
Общий билирубин мкМ/л	7,4±0,36	16,3±0,68	11,0 ± 0,85*

* Различия достоверны (P<0,05) по сравнению с животными, получавшими CCl₄ без терапии.

Кроме того, в процессе нарушения секреции и оттока желчи из гепатоцитов происходит сдавливание и разрушение эпителиальных клеток желчных протоков печени, приводящее к увеличению концентрации таких ферментов, как щелочная фосфатаза и гамма-глутамилтранспептидаза (гамма-глутамилтрансфераза), а также холестерина и билирубина. Поэтому у животных, подвергшихся острой интоксикации тетрахлорметаном, уровни данных показателей превышали значения интактных крыс в 1,55; 1,48 и 2,2 раза соответственно, тогда как применение ликверола позволило снизить холестатический синдром. При этом различия в показателях ЩФ, γ-ГТТ, холестерина и общего билирубина между опытной группой крыс и их здоровыми собратьями составили 1,2; 1,1; 1,6 и 1,45 раза, т.е. терапия ликверолом сопровождалась ослаблением патологических процессов в печени. Это подтверждается и увеличением такого показателя, как уровень общего белка, который в опытной группе к концу исследований составил 68,3±2,6 г/л против значений контрольных крыс (различия составили 24,8%).

И хотя концентрация белка не достигла уровня интактных животных, ее величина была близка к показателям нижних границ видовой нормы, что может указывать на восстановление протеинсинтетической функции печени.

Переокисление липидов (ПОЛ) – это процесс окисления липидного слоя биологических мембран клеток с их последующим разрушением вследствие воздействия различного рода токсикантов. Тетрахлорамин относится к гепатотоксичным ядам, действующим на цитохром Р450-зависимую монооксидазу, расположенную в гладкой эндоплазматической сети перивенулярных гепатоцитов, что, в свою очередь, приводит к нарушению структурных и функциональных составляющих гепатоцита и является пусковым механизмом повреждения клеток печени.

Антиоксидантное действие дигидрокверцетина, входящего в состав ликверола, связывают с его способностью акцептировать свободные радикалы и/или хелатировать ионы металлов, катализирующих процессы окисления, т.е. механизм антиоксидательного действия дигидрокверцетина заключа-

ется в перехвате и ограничении повреждающего действия липидных радикалов. Дигидрокверцетин тормозит свободнорадикальное окисление как водорастворимых, так и жирорастворимых субстратов и может функционировать как ловушка активных форм кислорода и как хелатор металлов с переменной валентностью [20].

Как показали наши исследования, введение CCl_4 способствовало сдвигу про-антиоксидантного равновесия в сторону усиления перекисного окисления липидов, что проявилось повышением содержания диеновых конъюгатов (ДК), кетодиенов и малонового диальдегида (МДА) в крови (табл. 2).

Установлено, что на фоне поражения печени четыреххлористым углеродом произошло увеличение уровня диеновых конъюгатов в контрольной группе относительно интактных животных в 4,7, в опытной группе – в 4,3 раза. Уровень кетодиенов увеличился в 2,0 и 2,3, МДА – в 1,64 и 1,3 раза соответственно.

Однако применение ликверола способствовало достоверному снижению уровня ДК в 2,15 раза. Поскольку диеновые конъюгаты относятся к первичным продуктам перекисного окисления липидов – токсичным метаболитам, оказывающим повреждающее действие на липопротеиды, белки, ферменты и нуклеиновые кислоты, их сни-

Таблица 2

**Влияние ликверола на показатели ПОЛ при интоксикации CCl_4 (M±m)
Effect of liquerol on parameters of rats at intoxication CCl_4 (M±m)**

Показатели	Группа интактных животных (n=5)	Контрольная группа (CCl_4) (n=7)	Опытная группа (CCl_4 +ликверол) (n=7)
<i>ДК₍₂₃₂₎, опт. ед</i>			
Начало опыта	0,17±0,01	0,8±0,01	0,73±0,05
Конец опыта	0,16±0,02	0,84±0,03	0,39 ± 0,01
<i>КД₍₂₇₃₎, опт. ед</i>			
Начало опыта	0,13±0,01	0,26±0,04	0,30±0,01
Конец опыта	0,15±0,02	0,29±0,01	0,18±0,03*
<i>МД₍₆₃₇₎, мкМ/л</i>			
Начало опыта	1,59±0,11	2,61±0,09	2,07±0,05
Конец опыта	1,68±0,14	2,93±0,05	1,52±0,06**

* Различия достоверны (P<0,05) по сравнению с интактными животными; ** с животными, получавшими CCl_4 .

жение на фоне нарастающей диеновой конъюгации в контрольной группе может указывать на выраженное ингибирующее действие компонентов, входящих в состав препарата, на проявление свободнорадикальных реакций CCl_4 .

Концентрация кетодиенов в группе с применением ликверола снизилась в 1,67 раза и приблизилась к аналогичному показателю интактных крыс, тогда как в контрольной группе процесс липопероксидации только усиливался, что подтверждалось и увеличением малонового диальдегида. К концу исследований его уровень в контрольной группе повысился по сравнению с начальными показателями еще на 12,3%, тогда как в группе опытных животных произошло снижение количества МДА в 1,36 раза.

На восстановление клеточной структуры и улучшение функциональной активности гепатоцитов указывает и изменение уровня молекул средней массы (МСМ) в крови крыс, которым на

фоне токсикоза, вызванного раствором тетрахлорметана, вводился препарат ликверол.

В последние годы лабораторное определение пула так называемых молекул средней массы – пептидов, способных оказывать токсическое воздействие и накапливаться в организме практически при всех болезненных состояниях, что является метаболическим ответом организма на любой агрессивный фактор, – получило широкое распространение в качестве основного «маркера токсичности» биосред.

Состав и концентрация МСМ в сыворотке крови зависят от патологии, характера осложнения и состояния больного. У животных с патологией печени различного генеза вследствие нарушения обменных процессов развивается синдром метаболической интоксикации. При этом роль молекул средней массы в патогенезе гепатопатий изучена недостаточно.

К концу экспериментального периода значительное повышение уровня среднемолекулярных

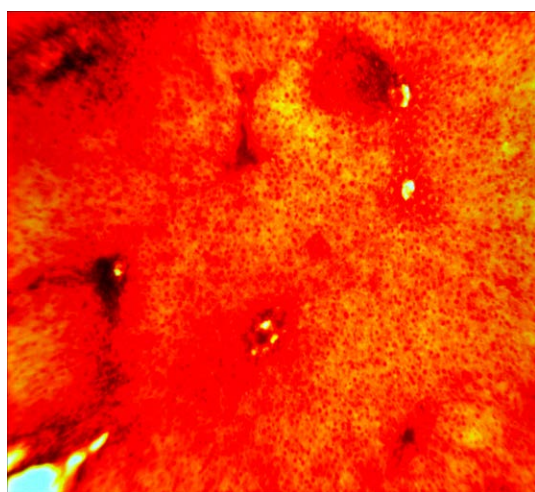
пептидов было установлено только в контрольной группе. Значения МСМ в опытной группе, хотя и превышали показатели интактных животных ($0,180 \pm 0,007$ усл. ед. против $0,110 \pm 0,002$ усл. ед.), однако были в 2,38 раза ниже, чем у крыс, не подвергнутых терапии ликверолом ($0,430 \pm 0,003$ усл. ед.).

Следовательно, применение ликверола не только нивелировало проявления токсического действия тетрахлорметана, но и способствовало снижению эндогенной интоксикации организма крыс, что может служить прогностическим критерием оценки тяжести патологического процесса в печени животных и являться маркером эффек-

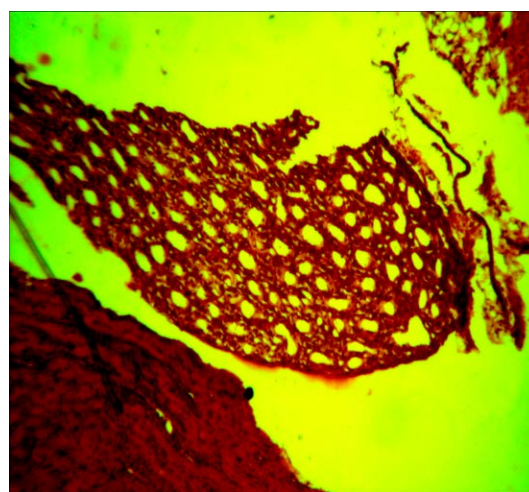
тивности проводимого лечения и прогноза заболевания.

Гепатозащитная активность ликверола подтверждалась результатами гистологических исследований.

Так, в печени крыс контрольной группы отмечалась жировая инфильтрация различной степени выраженности – от единичных жировых капель до диффузного вовлечения гепатоцитов; выявлялась гидропическая дистрофия в виде прозрачной цитоплазмы и пикнотического ядра. Установлена незначительная инфильтрация портальных зон полиморфно-ядерными лейкоцитами (рисунок).



а



б

Лимфоидная пролиферация (а) и участки жировой инфильтрации (б) в клетках печени.
Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 10, ув. 400.

Lymphoid proliferation (a) and plots of fat infiltration (b) in the liver cells.
Colouring with haematoxylin and eosin 10, 400

В печени крыс, которым вводили ликверол, в центре печеночных долек наблюдались участки различного размера очаговой зернистой и жировой дистрофии. Однако наряду с воспалительными проявлениями отмечались регенерационные процессы, характеризующиеся митозом гепатоцитов.

ВЫВОДЫ

1. Ликверол проявляет выраженную гепатозащитную эффективность при экспериментальном

поражении печени крыс четыреххлористым углеродом.

2. Механизм терапевтического влияния ликверола обусловлен благоприятным действием на нарушенные токсикантом метаболизм, функцию и структуру печени.

3. Препарат предупреждает развитие некротических процессов в паренхиме печени, образование продуктов перекисного окисления липидов и угнетение антитоксической функции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Повышение сохранности и продуктивности здоровья импортного молочного скота* / В. А. Антипов, М. П. Семенов, Н. Ю. Басова [и др.]. – Краснодар, 2009. – С. 8–11.

2. Савинков А.В., Семенов М.П., Коцаев А.Г. Опыт использования природных минеральных соединений при нарушении обмена веществ у крупного рогатого скота // Политемат. сетевой электрон. науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2016. – № 124. – С. 1065–1084.
3. Семенов М.П., Савинков А.В. Проблемы нарушения минерального обмена у высокопродуктивного молочного скота // Комплексное обеспечение благополучного развития животноводческих, птицеводческих и звероводческих хозяйств: материалы семинара. – Казань, 2010. – С. 16–19.
4. Роменский Р.В., Роменская Н.В., Щеглов А.В. Гепатопатии стельных коров и их влияние на состояние воспроизводительной функции // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – С. 457.
5. Эффективные зооветеринарные технологии по повышению воспроизводства, сохранности и продуктивности животных / В.А. Антипов, В.В. Меньшенин А.Н. Турченко [и др.]. – Краснодар, 2005. – С. 4–6.
6. Кондрахин И.П. Метаболический синдром: современное представление, перспективы использования // Биология животных. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 63–66.
7. Роменский Р.В., Роменская Н.В. Функциональное состояние печени как фактор реализации адаптивного потенциала организма // Биологические проблемы природопользования: Междунар. науч.-произв. конф. М-во сел. хоз-ва РФ; Белгород. гос. с.-х. акад. им. В.Я. Горина. – Белгород, 2012. – С. 73–76.
8. Алехин Ю.Н. Болезни печени у высокопродуктивных коров (диагностика, профилактика и терапия) // Ветеринария. – 2011. – № 6. – С. 6–11.
9. Ivanov D. E. Puchin'ian D. M. Liver functional disorders in traumatic stress // Usp. Fiziol. Nauk. – 1998. – Vol. 29 (I). – P. 58–71.
10. Мищенко В.А., Мищенко А.В., Черных О.Ю. Проблема патологии печени у высокопродуктивных коров // Ветеринария Кубани. — 2014. – № 2. – С. 7–8.
11. Гичев С.У. Печень: адаптация, экология / под ред. Г.С. Якобсон; Рос. акад. мед. наук. – Новосибирск: Наука, 1993. – С. 345–367.
12. Щекатихина А.С. Гепатопротекторные свойства флаволигнанов // Тр. Белорус. гос. ун-та. Сер. Физиологические, биохимические и молекулярные основы функционирования биосистем. – Минск, 2009. – Т. 4, ч. 1. – С. 27–48.
13. Колганова К.А. Применение гепатопротекторов в клинической практике // РМЖ. – 2008. – № 1. – С. 26.
14. Перспективы расширения спектра применения гепатопротекторов в ветеринарии / Е.В. Кузьмина, М.П. Семенов, Е.А. Старикова [и др.] // Политемат. сетевой электрон. науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 102. – С. 787–797.
15. Оковитый С.В. Клиническая фармакология гепатопротекторов. – СПб., 2006. – 80 с.
16. Этиопатогенез и особенности гепатотропной терапии коров при гепатозах / М.П. Семенов, Е.В. Кузьмина, Ф.Д. Онищук, Е.В. Тяпкина // Ветеринария. – 2016. – № 4. – С. 42–46.
17. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / под общ. ред. проф. Р.У. Хабриева. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Медицина, 2005. – 832 с.
18. Габриэлян Н.И., Липатова В.И. Опыт использования показателя средних молекул в крови для диагностики нефрологических заболеваний у детей // Лабораторное дело. – 1984. – № 3. – С. 138–140.
19. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 424 с.
20. Уминский А.А., Хавстеен Б.Х., Баканева В.Ф. Биохимия флаваноидов и их значение в медицине. – Пушкино: Фотон-век, 2007. – 84 с.

REFERENCES

1. Antipov V.A., Semenenko M.P., Basova N. Ju., Turchenko A.N., Sapunov A. Ja., Kuz'minova E.V., *Krasnodar*, 2009, pp. 8–11. (In Russ.)
2. Savinkov A. V., Semenenko M. P., Koshhaev A. G., *Politemat. setevoj jelektron. nauch. zhurn. Kuban. gos. agrar. un-ta*, 2016, No. 124, pp. 1065–1084. (In Russ.)

3. Semenenko M.P., Savinkov A.V., *Kompleksnoe obespechenie blagopoluchnogo razvitija zhivotnovodcheskih, pticevodcheskih i zverovodcheskih hoz'jajstv: Materialy seminara, Kazan*», 2010, pp. 16–19. (In Russ.)
4. Romenskij R. V., Romenskaja N. V., Shheglov A. V., *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2013, No. 3, 457 p. (In Russ.)
5. Antipov V.A., Men'shenin V.V., Turchenko A.N., Semenenko M.P., Kuz'minova E.V., *Jeftektivnye zooveterinarnye tehnologii po povysheniju vosproizvodstva, sohrannosti i produktivnosti zhivotnyh*, 2005, Krasnodar, pp. 4–6. (In Russ.)
6. Kondrahin I.P. *Biologija tvarin*, 2010, No. 2 (12), pp. 63–66. (In Russ.)
7. Romenskij R. V., Romenskaja N. V., *Mezhdunar. nauch. – proizvod. konf. M-vo. sel». hoz. RF*, 2012, Belgorod, pp. 73–76. (In Russ.)
8. Alehin Ju.N., *Veterinarija*, 2011, No. 6, pp. 6–11. (In Russ.)
9. Ivanov D. E., Puchin'ian D.M., *Usp.Fiziol*, 1998, No. 1 (29), pp. 58–71.
10. Mishhenko V.A., Mishhenko A. V., *Veterinarija Kubani*, 2014, No. 2, pp.7–8. (In Russ.)
11. Gichev S.U., *Ros. akad. med. Nauk*, 1993, Novosibirsk, Nauka, pp. 345–367. (In Russ.)
12. Shhekatihina, A.S., *Tr. Belorus. gos. un-ta. Ser.: Fiziologicheskie, biohimicheskie i molekularnye osnovy funkcionirovanija biosistem*, 2009, Vol. 4, pp. 27–48. (In Russ.)
13. Kolganova K.A., *Referativnyj mezhdunarodnyj zhurnal*, 2008, No.1, pp. 26. (In Russ.)
14. Kuz'minova E.V., Semenenko M.P., Starikova E.A., Tjapkina E.V., Fersunin A.V., *Politemat. setevoj jelektron. nauch. zhurn. Kuban. gos. agrar. un-ta*, 2014, No. 102, pp.787–797. (In Russ.)
15. Okovityj S. V. *Klinicheskaja farmakologija gepatoprotektorov* (Clinical pharmacology of hepatoprotectors), SPb, 2006, 80 p.
16. Semenenko M. P., Kuz'minova E.V., Onishhuk F. D., Tjapkina E. V. *Ve-terinarija*, 2016, No. 4, pp. 42–46. (In Russ.)
17. Habriev R.U., *Rukovodstvo po jeksperimental'nomu (doklinicheskomu) izucheniju novyh farmakologicheskikh veshhestv* (Guidelines for experimental (preclinical) study of new pharmacological substances), 2005, Moscow, 832 p.
18. Gabrijeljan N.I., Lipatova V.I., *Laboratornoe delo*, 1984, No.3, pp. 138–140. (In Russ.)
19. Merkur'eva E.K., *Biometrija v selekcii i genetike sel'skohoz'jajstvennyh zhivotnyh* (Biometrics in the selection and genetics of farm animals), 1970, Moscow, Kolos, 424 p.
20. Uminskij A.A., Havsteen B.H., Bakaneva V.F., *Biohimija flavanoidov i ih znachenie v medicine* (Biochemistry of flavonoids and their importance in medicine), 2007, Pushhino, Foton-vek, 84 p.

ЗООТЕХНИЯ, АКВАКУЛЬТУРА, РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 619:591.132:636.2

ПОКАЗАТЕЛЬ КОНДИЦИИ *BODY CONDITION SCORE (BCS)* У МОЛОЧНЫХ КОРОВ СО СМЕЩЕНИЯМИ СЫЧУГА

П. Н. Безбородов, кандидат биологических наук

Белгородская государственная сельскохозяйственная
академия, Белгород, Россия

E-mail: pavel-bezborodov@mail.ru

Ключевые слова: молочные коровы, бьюатрика, смещения сычуга, *Dislocatio abomasi sinistra et dextra*, кондиция скота, BCS, потребление корма

Реферат. *Посредством регистрации данных анамнеза, проведения клинического обследования методами пропедевтики и лечебно-диагностического вскрытия брюшной полости у 70 коров немецкой черно-пестрой породы были выявлены различные заболевания группы смещений сычуга (*Dislocatio abomasi sinistra et dextra*). Во взаимосвязи с особенностями потребления корма и продолжительностью доклинического периода по методу BCS была исследована кондиция коров со смещениями сычуга. Произведен нозологический анализ выявленных случаев заболеваний группы смещений сычуга. Описательный и статистический анализ полученных результатов проводился в целом по генеральной совокупности больных коров, а также по отдельным опытным группам, сформированным по признаку текущего репродуктивного периода у животных. По сравнению со средними значениями оптимального уровня кондиции и допустимого интервала значений кондиции в молочном скотоводстве, предложенными для оценки кондиции больных животных, в генеральной совокупности было выявлено снижение кондиции умеренной степени ($\mu=2,7$ балла BCS). В отношении наименьших и наивысших значений кондиции по генеральной совокупности: только у 4% коров ГС уровень кондиции BCS относился к одному из видов экстремума (максимуму или минимуму) и указывал на появление признаков ожирения (4,0 балла – у 2 коров) или истощения (2,0 балла – у 1 коровы) соответственно. Умеренное снижение кондиции отмечено в четырех опытных группах: среднееарифметические величины – 2,8; 2,8; 2,6; 2,4 балла BCS соответственно. Наиболее значимое проявление утраты кондиции у коров со смещениями сычуга отмечалось во время стельности (1-я опытная группа) и в послетельный период (2-я опытная группа). Установлено, что более низким оказалось снижение кондиции у коров с правосторонними, по сравнению с левосторонними, смещениями сычуга (среднееарифметические величины – 2,6 против 2,8 балла BCS соответственно). Величину кондиции в нозологии и диагностике лево- и правосторонних патологий сычуга коров следует рассматривать в качестве фактора, сопутствующего данным патологиям, а не в качестве их первопричины.*

CONDITION PARAMETER «*BODY CONDITION SCORE (BCS)*» OF THE DAIRY COWS WITH DISPLACED ABOMASUM

Bezborodov P.N., Candidate of Biology
Belgorod State Agricultural Academy

Key words: dairy cows, beuatrix, displaced abomasum, Dislocatio abomasi sinistra et dextra, cattle condition, BCS, pfeed consumption.

Abstract. The paper explores the results of observing and testing 70 animals of german Black-and-White cattle and reveals different diseases of displaced abomasum (Dislocatio abomasi sinistra et dextra). The researcher uses BCS method and studies the condition of cows with displaced abomasum in relation to feed consumption and duration of pre-clinical period. The paper analyzes cases of displaced abomasum and describes the results by means of total population of suffering cows and specific experimental groups formed according to the features of sex cycle current period. Total population revealed lower condition of moderate degree (μ BCS was 2.7 points) in comparison with average parameters of appropriate degree and permissible range for condition in dairy cattle breeding. The author speaks about the highest and lowest values in total population: only 4% of total population cows had BCS condition according to one of extremum and showed the features of fattening (4.0 points of two animals) or attenuation (2.0 points of 1 animal). Moderate reducing of condition was observed in 4 experimental groups: AMBCS – 2.8; 2.8; 2.6; 2.4 points. The most evident reducing of condition of cows with displaced abomasum was observed in the pregnancy period of (1 experimental group) and post-calving period (2 experimental group). The author speaks that the lower reducing of condition was observed n cows with right displaced abomasum in comparison with left displaced abomasum (AMBCS – 2.6 vs. 2.8 points). Condition in nosology and diagnostics of left and right pathologies of abomasum should be considered as a factor of these pathologies but not the reason.

Перечень сокращений и условных обозначений: ГС – генеральная совокупность коров (70 гол.); ОГ – опытная группа коров, гол.; vs. – от лат. versus, против; кол. – вертикальная колонка таблиц в статье (№ 2–6); BCS – от англ. «Body Condition Score», зарубежный метод неинструментальной балльной оценки кондиции коров, балл BCS; μ_{BCS} – среднеарифметическое значение кондиции коров по ГС в целом; AM_{BCS} – среднеарифметическое значение кондиции коров отдельных ОГ в ГС (Arithmetic Mean, AM); ДКП – доклинический период развития заболевания (период от даты выявления в хозяйстве первых симптомов смещений сычуга и нарушения деятельности пищеварительной системы у подопытных коров до суток прибытия животных в ветеринарию), сут.; пДКП – продолжительность доклинического периода развития заболевания, сут.; ОПК – показатель качественной оценки особенностей потребления корма коровами, выражаемый 3-ступенчатой шкалой: 1) БВН – кормопотребление у животных без видимых нарушений; 2) НВН – наличие видимых нарушений кормопотребления; 3) ООК – отказ животных от корма, прекращение кормопотребления; «↓» – общая оценка μ_{BCS} или AM_{BCS} : «уровень понижен»; «=» – общая оценка μ_{BCS} или AM_{BCS} : «уровень соответствует нормативным значениям»; «↑» – общая оценка μ_{BCS} или AM_{BCS} : «уровень повышен»; ССч – смещение сычуга; НЛССч – нестойкое левостороннее смещение сычуга; ЛЗСч – левосторонний завал сычуга; НПСЧч – нестойкое правостороннее смещение сычуга; ПЗСч – правосторонний завал сычуга; МинBCS₁ – первый используемый в работе метод интерпретации кондиции коров без учета состояния их здоровья по 5-балльной шкале BCS согласно периоду их полового цикла, основанный на данных зарубежных исследователей; МинBCS₂ – второй используемый в работе авторский метод интерпретации кондиции больных коров по 5-балльной шкале BCS без учета периода их полового цикла; ОУКСр – средняя величина оптимального уровня кондиции коров по МинBCS₁ или МинBCS₂, балл BCS; ДИЗКСр – средняя величина допустимого интервала значений кондиции коров для молочного скотоводства по МинBCS₁ или МинBCS₂, балл BCS; ПД – предварительный диагноз заболеваний группы ССч, устанавливаемый средствами пропедевтики; ОД – окончательный диагноз заболеваний группы ССч, устанавливаемый посредством лечебно-диагностического вскрытия брюшной полости; ттФ – четырехпольный точный тест статистической значимости Р. А. Фишера: двустороннее значение р-статистики (в SAS 9.1 – опция «Two sided Pr<=P»); χ^2 -кр. – χ^2 -критерий К. Пирсона на базе четырехпольной факторной таблицы сопряженности.

В связи с переходом отечественного молочного животноводства на использование современных технологий кормления, содержания и ветеринарного обслуживания ценного в породно-генетическом отношении высокопродуктивного крупного рогатого скота перед российской бьюатрикой стоит задача всестороннего изучения ранее малоизвестных патологий пищеварительной системы, важными из которых являются заболевания группы смещений сычуга (*Dislocatio abomasi sinistra et dextra*).

В предшествующих работах были установлены и описаны конкретные виды заболеваний группы смещений сычуга у коров, была создана общая классификация заболеваний данной группы [1–3]. На основе предшествующих работ возникает необходимость продолжения исследований особенностей нозологии каждого из описанных и включенных в классификацию видов смещений сычуга. В этой связи целью работы было исследование кондиции коров с различными смещениями сычуга по методу BCS [4] во взаимосвязи с особенностями потребления животными корма и продолжительностью доклинического периода заболеваний, а также проведение эпизоотологического анализа обнаруженных видов смещений сычуга у животных.

Из данных, опубликованных в ряде работ зарубежных исследователей, посвященных развитию метода оценки кондиции молочного скота BCS [5–7], следует, что показатель кондиции молочных коров с заболеваниями сычуга в настоящее время изучен недостаточно полно. J. Shirley [6] описал нарушения в организме телок, наступившие в период после отела в условиях избыточной их кондиции. В его исследованиях телкам был предоставлен рацион кормления, позволивший животным приобрести повышенный уровень кондиции (более 4,0 баллов BCS) и сохранять его в течение 60 сут до отела, после которого производилось клиническое обследование скота средствами пропедевтики. У подопытных животных отмечалась высокая частота возникновения субклинического кетоза и смещений сычуга. Так, из 35 коров в период лактации у 17 гол. было зарегистрировано смещение сычуга в период первых 30 сут лактации. В результате этого J. Shirley [6] заключает, что риски для здоровья скота, связанные с кондицией телок, превышающей 4,0 балла BCS, должны являться для специалистов более весомым аргументом, чем потенциальные выгоды

увеличения запасов кондиции с целью повышения молочной продуктивности в начале лактации.

Исследуя три группы коров с различной кондицией (1,0; 2,0; $\geq 3,0$ балла BCS), P. B. Dyk [8] выявил увеличение заболеваемости смещениями сычуга с возрастанием кондиции, определяемой в период 2 недель до наступления отелов. В дальнейшем, продолжая статистическое мета-исследование данных P. B. Dyk, Cameron et al. (1998) установили достоверный рост заболеваемости смещениями сычуга с увеличением кондиции коров [5]. M. Hoedemaker et al. (2008) определили, что у коров с более высокой потерей кондиции в начальный период лактации отмечается большая вероятность возникновения смещений сычуга [5, 9]. Коровы, у которых не отмечалась потеря кондиции в период первых 4 недель после отела, имели более низкий риск возникновения смещений сычуга, чем животные, имеющие среднюю или высокую потерю кондиции в этот период [9]. В своем исследовании Mohamed A. B. Mandour et al. (2015) сообщают, что смещения сычуга чаще всего наблюдались у коров со средним уровнем кондиции при многоплодии, особенно в весенний период, что объясняется, по мнению авторов, потреблением высокоэнергетического рациона, приводящего к ацидозу рубца в результате накопления летучих жирных кислот, а затем – к смещениям сычуга. Приведенные Mohamed A. B. Mandour et al. (2015) данные не согласуются с описанными выше работами P. B. Dyk (1995) и M. Hoedemaker et al. (2009), так как в первом случае смещения сычуга чаще наблюдались у коров с повышенным уровнем кондиции, а во втором – у животных с высокой потерей кондиции в период ранней лактации [5].

Таким образом, разность описанных выше данных, а также неполный характер проведенных исследований, посвященных упитанности молочных коров со смещениями сычуга, обуславливают необходимость более детального исследования данного вопроса. Из-за отсутствия подробной классификации заболеваний группы смещений сычуга, предложенной автором, зарубежные ученые в процессе проведения исследований выделяли всего два обобщенных вида смещений: лево- и правостороннее смещение сычуга, тогда как у коров существует более обширное количество заболеваний группы смещений сычуга [1–3]. Кроме того, зарубежные исследователи интерпретировали результаты оценки кондиции, опираясь на нормативы кондиции, разработанные без учета

состояния здоровья животных (МинВКС, в работе), основным предназначением таких нормативов изначально являлось поддержание высокой молочной продуктивности здоровых коров, они не разрабатывались специально для больных животных. В связи с этим приведенные выше зарубежные исследования, посвященные изучению кондиции у коров со смещениями сычуга, по своей сути не являются полными. Зарубежные исследователи признают, что в настоящее время очень актуальным является вопрос проведения дальнейших научных исследований возможных взаимосвязей между различными заболеваниями коров и уровнем их кондиции [10].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились автором на базе клиники по лечению крупного рогатого скота Высшей ветеринарной школы г. Ганновер (ФРГ) в период прохождения научной стажировки, интернатуры ЕСВНМ. Молочные коровы немецкой черно-пестрой породы с симптомами смещений сычуга (ГС=70 гол.) доставлялись из молочно-товарных хозяйств в ветеринарную клинику по направлению региональных ветеринарных врачей и владельцев животных с целью проведения полного курса диагностики и лечения, непосредственное участие в которых принимал автор. В клинических условиях проводилось исследование, целью которого было подробное изучение уровня кондиции молочных высокопродуктивных коров с различными видами смещений сычуга.

Общая последовательность проведения исследований. Клиническое исследование молочных коров с симптомами смещений сычуга проводилось в 4 этапа: а) сбор и регистрация данных анамнеза подопытных животных; б) общее клиническое обследование коров средствами перкуссии и регистрация его данных; в) лечебно-диагностическое вскрытие брюшной полости животных и регистрация его результатов; г) анализ результатов исследования с использованием статистических методов.

А) Сбор данных анамнеза подопытных коров. В ходе регистрации данных анамнеза, получаемых от владельцев животных, в целях проведения последующего анализа устанавливали и регистрировали: 1) дату выявления в хозяйстве первых симптомов смещений сычуга и нарушения деятельности пищеварительной системы у подо-

пытных коров, пДКП у коров с симптомами ССч, сут; 2) показатель качественной оценки особенностей потребления корма подопытными коровами в ДКП – ОПК, выражаемый трехступенчатой шкалой: БВН, НВН, ООК; 3) согласно установленной у владельца даты последнего отела подопытных коров проводили регистрацию первичной оценки текущего периода полового цикла у животных.

Б) Общее клиническое обследование коров средствами перкуссии, путем проведения осмотра, перкуSSIONной аускультации [11–16]: 1) в целях первичной диагностики наличия и вида заболевания группы смещений сычуга (с учетом разработанной ранее автором классификации [1–3]), дифференциальной диагностики ССч у коров; 2) путем проведения ректально-гинекологического обследования уточнялся текущий репродуктивный период коров, а затем проводили деление ГС на отдельные ОГ коров по признаку текущего репродуктивного периода; 3) кондицию скота оценивали по 5-балльному методу ВКС (его описание – см. ниже); 4) проводился забор крови у коров из яремной вены для последующих лабораторных исследований с целью подтверждения отсутствия у животных ГС острых инфекционных заболеваний (хозяйства, из которых поступали подопытные коровы, согласно данным анамнеза, были благополучны в отношении особо опасных инфекционных заболеваний крупного рогатого скота).

В) Лечебно-диагностическое вскрытие брюшной полости коров, проводимое одновременно с диагностической и лечебной целью (для хирургической репозиции сычуга) [15,16], хирургическим путем устанавливали окончательный диагноз в отношении конкретного вида ССч.

Г) Общий нозологический анализ случаев ССч и кондиции у всех коров ГС и отдельных ОГ проводили средствами описательной статистики, такими, как табличное представление среднеарифметических значений ВКС и пДКП (сумма всех значений выборки, деленная на их количество, \bar{x}). При этом среднеарифметические значения обозначались: для всей ГС – μ , для отдельных ОГ – AM, Arithmetic Mean. Проводили расчет процентного соотношения, а также описание обеих видов экстремума – максимума и минимума значений кондиции коров по ГС. Кроме того, при помощи χ^2 -критерия К. Пирсона, точного теста Р.А. Фишера, а также путем вычисления относительного риска (relative risk, RR) проводился нозологический анализ выявленных случаев ССч и кондиции подопытных коров во взаимосвязи

с показателями ОПК, пДКП и периодом последнего отела.

Современный пакет статистических программ SAS 9.1 в режиме PROC FREQ способен не только проводить χ^2 -тест К. Пирсона, но и самостоятельно анализировать размеры исследуемых независимых выборок, а в случае их недостаточного объема для точного проведения χ^2 -теста провести также 4-клеточный точный тест Р.А. Фишера [17,18], двустороннее значение р-статистики (опция «Two sided Pr<=P») которого позволяет оценить значимость взаимосвязи между двумя переменными в факторной таблице сопряженности показателей (табл. 4). В зарубежной литературе BCS называют полуколичественным показателем, но по своей природе он является качественным. Лишь для удобства производственного использования (сокращение при регистрации) данные BCS кодируют в цифровой вид при помощи балльной шкалы.

Методика проведения оценки кондиции скота по 5-балльной шкале BCS. В ходе общего клинического обследования коров с симптомами ССч

проводили оценку кондиции животных по методу BCS, описанному E. E. Wildman et al. (1982), а также согласно корректировочным таблицам (R. A. Patton et al., 1988; Ferguson, 1996) [4].

Оценку кондиции коров проводили по 5-балльной (1–5 баллов) шкале BCS с шагом оценки в 0,25 балла, в условиях достаточного доступа к стоящему животному и хорошей освещенности. Использовался единый алгоритм проведения оценки для всех подопытных коров. Путем осмотра оценивали выполненность туловища, плавность/угловатость контуров тела животного, у всех коров проводили пальпацию всех принятых для оценки BCS участков тела [4]. Полученные результаты оценки кондиции коров по методу BCS затем регистрировались по каждой из ОГ животных, обобщались и анализировались с учетом рекомендаций для отдельных периодов полового цикла коров и больных животных (МинBCS₁ и МинBCS₂ – табл. 1).

Ferguson et al. предложили наиболее распространенный метод интерпретации результатов

Таблица 1

Средние величины оптимального уровня и допустимого интервала кондиции коров, рекомендуемые в целях интерпретации результатов оценки кондиции BCS для здоровых и больных животных, баллов BCS
Average numbers of appropriate and permissible range of cow condition used for rendering the assessment results of BCS condition of healthy and ill cattle

Период проведения оценки кондиции	ОУКср	ДИЗКср
<i>МинBCS₁*: для здоровых коров («рабочая кондиция»)</i>		
Стельность	3,5	3,25–4,0
Приотельный	3,5	3,25–4,0
Период начала лактации	3,25	2,5–3,5
Период пика лактации	2,5	2,25–3,25
Средний период лактации	3,0	2,25–3,50
<i>МинBCS₂** : для больных коров («кондиция больных животных»)</i>		
Для всех периодов полового цикла коров	3,5	3,0–4,0

* Величины ОУКср и ДИЗКср для МинBCS₁ предложены автором с учетом данных зарубежных исследователей [4, с. 109].

** Величины ОУКср и ДИЗКср для МинBCS₂ предложены автором.

5-балльного метода оценки кондиции BCS для всех коров независимо от состояния их здоровья, который базируется на стандартной шкале оценки: 1,0 балл – «истощенные»; 2,0–1,0 балла – «худые»; 3,0–2,0 балла – коровы со средней упитанностью; 4,0–3,0 – «тяжелые коровы»; 5,0–4,0 – «коровы с ожирением тела» [19] (метод интерпретации оценки BCS, обозначенный в данной статье, – МинBCS₁). Однако порядок интерпретации результатов оценки кондиции BCS больных коров в ветеринарных целях до настоящего времени изучен слабо. Поэтому предлагаем применять общий для

всех больных коров метод интерпретации допустимого уровня кондиции, в исследовании условно обозначим его МинBCS₂. Согласно данному методу, ДИЗКср BCS у больных коров принимается на уровне 3,0–4,0 балла BCS (по 5-балльной шкале, 1–5 баллов), а ОУКср – 3,5 балла BCS (к оптимальной кондиции 3,25 балла BCS прибавим 0,25 балла в качестве резерва организму животного для успешного протекания реконвалесценции).

Таким образом, для целей нашего исследования мы располагаем двумя методами интерпретации результатов оценки кондиции коров по

5-балльной шкале BCS: для описательного анализа всех больных коров ГС – МинBCS₂, а для анализа данных по отдельным ОГ применительно к разным стадиям полового цикла животных – также МинBCS₁.

При подведении итогов анализа полученные расчетным путем среднеарифметические значения балла BCS коров возможно округлять до ближайших стандартных значений принятой шкалы оценки с шагом 0,25 балла.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно полученным данным анамнеза, владельцы всех обследованных животных при осуществлении кормления скота, с целью получения оптимальных приростов, руководствовались общепринятыми рекомендациями по достижению рекомендуемых в молочном скотоводстве уровней кондиции скота в различные периоды полового цикла [4, с.109]. В результате проведенных исследований средствами пропедевтики всего было выявлено 70 гол. немецкой черно-пестрой породы с симптомами различных видов ССч, данные животные составили генеральную совокупность (ГС) для проведения исследования. С учетом периодизации репродуктивного периода коров по табл. 1, животных ГС распределили на 4 ОГ: 1) коровы в период стельности (1–9 мес стельности, 12 гол.); 2) в послетельный период (1–10 сут после отела, 27 гол.); 3) в начальный период ранней лактации (11–31 сут после отела, 21 гол.); 4) в период пика лактации (32–93 сут, 9 гол.). В средний период лактации (150 сут после отела) было выявлено только одно животное, поэтому отдельная ОГ не формировалась (табл. 2, 3).

Общий анализ кондиции коров в целом по ГС. При сравнении рассчитанного значения μ_{BCS} с нормативными значениями кондиции для больных коров, предложенными МинBCS₂, в целом по ГС выявлено снижение кондиции умеренной степени. Так, μ_{BCS} составило 2,7 балла BCS, являясь пониженной относительно ОУКСр и ДИЗКСр для МинBCS₂ (см. табл. 1). Удалось установить, что более низким оказалось снижение кондиции у всех коров с правосторонними (26 гол.), по сравнению с левосторонними, смещениями сычуга (44 гол.): μ_{BCS} НПССч+ПЗСч vs. μ_{BCS} НЛССч+ЛЗСч, 2,6 vs. 2,8 балла BCS соответственно (см. табл. 2, кол. 4). При практической оценке кондиции по методу BCS в качестве шага балльной оценки опыт-

ные специалисты чаще всего используют 0,25 балла BCS, поэтому вышеуказанную разницу в 0,2 балла BCS между право- и левосторонними патологиями сычуга следует определить как практически значимую. Таким образом, наиболее пониженной, относительно МинBCS₂, оказалась кондиция коров с правосторонними видами патологий сычуга. Возникновение заболеваний группы смещений Сч оказывает влияние на изменение кондиции и обменных процессов у молочного скота.

Общий анализ кондиции коров по отдельным опытными группам. У животных 1-й и 2-й опытных групп в целом отмечается снижение кондиции в сравнении с ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₁ и МинBCS₂. В целом по 3-й ОГ установили снижение кондиции в сравнении с ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₂, а также ОУКСр по МинBCS₁. У животных 4-й ОГ и в средний период лактации в целом отмечается снижение кондиции в сравнении с ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₂, однако в сравнении с ДИЗКСр и частично – ОУКСр кондиция коров соответствует средним значениям для МинBCS₁. Таким образом, согласно данным исследования, наиболее отчетливо заметная утрата кондиции молочными коровами при смещениях сычуга происходит именно во время стельности и в послетельный период (см. табл. 3, кол. 5).

1-я ОГ: AM_{BCS} у 12 гол. составило 2,8 балла BCS, представляя умеренно сниженный уровень кондиции относительно значений МинBCS₁ и МинBCS₂ (см. табл. 2). Только у 25% животных 1-й ОГ (у 3 гол. из 12) выявленный уровень кондиции BCS соответствовал значениям ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₁ и МинBCS₂ (см. табл. 1, 3). Таким образом, запас упитанности тела у коров к периоду стельности оказался недостаточным для нужд компенсаторных механизмов, задействованных организмом в связи с возникновением смещений сычуга для поддержания оптимального уровня кондиции.

2-я ОГ: из 27 гол. только у 7 гол. по МинBCS₁ (26% от 27 гол.) или у 13 гол. по МинBCS₂ (48% от 27 гол.) показатель кондиции BCS не был пониженным по сравнению с ОУКСр и ДИЗКСр. У остальных животных 2-й ОГ (74%) относительно МинBCS₁ была выявлена умеренная степень снижения кондиции. AM_{BCS} у коров 2-й ОГ со всеми выявленными видами патологий сычуга умеренно понижено относительно значений ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₂ и соответствует данному уровню по 1-й ОГ, что свидетельствует о том, что интенсивность физиологических процессов,

Таблица 2

Кондция, пДКП и ООК у коров генеральной совокупности со смещениями сычуга
Condition пДКП and ООК of total population cows with displaced abomasum

Виды смещения сычуга	Кол-во коров из ГС, гол.	% коров от ГС	μ _{вс} коров, баллов	μ _{вс} в сравнении с ОУКср и ДИЗКср по МинВС ₂ , «↓»; «⇒»; «↑»		ООК в ДКП, гол. из ГС			% от коров ГС (кол. 2)			μ _{п.дкп} коров с различными ОПК (от кол. б), сут			μ _{п.дкп} коров с различными видами ССч (от кол. 2), сут
				ОУКср	ДИЗКср	БВН	НВН	ООК	БВН	НВН	ООК	БВН	НВН	ООК	
1	2	3	4	5		6			7			8			9
<i>Коровы со смещениями сычуга в генеральной совокупности в целом</i>															
Все ССч	70	100	2,7	↓	↓	7	35	25	11	52	37	2,5	3,6	1,5	2,5
<i>Левосторонние патологии сычуга в генеральной совокупности</i>															
НЛССч + ЛЗСч	44	63	2,8	↓	↓	5	24	14	12	56	32	2,2	2,7	1,8	2,3
НПССч + ПЗСч	26	37	2,6	↓	↓	2	11	11	8	46	46	2,5	5,8	1,0	3,2
<i>Отдельные виды лево- и правосторонних патологий сычуга в генеральной совокупности</i>															
НЛССч	15	21	2,8	↓	↓	2	10	3	13	67	20	4,0	2,0	1,6	2,3
ЛЗСч	29	42	2,8	↓	↓	3	14	11	11	50	39	1,6	3,0	1,9	2,4
НПССч	2	3	2,3	↓	↓	-	2	-	-	100	-	-	15,5	-	15,5
ПЗСч	24	34	2,6	↓	↓	2	9	11	9	41	50	2,5	3,6	1,0	2,2

Таблица 3

Кондиция, пДКП и ОПК у коров со смещениями сычуга в опытных группах
Condition, pDKP and OPK of total population cows with displaced abomasum in the experimental groups

Виды смещения сычуга	Кол-во коров в опытной группе, гол.	% коров в опытной группе	АМ ^{ВСС} коров, баллов	АМ ^{ВСС} в сравнении с ОУКСр и ДИЗКСр по МинВС ₁ и МинВС ₂ , «↓», «=», «↑»				ОПК в ДКП, гол. в ОГ			ОПК в ДКП, % коров (от кол.6;2)			АМ ^{пДКП} у коров с различными ОПК (от кол.6), сут			АМ ^{пДКП} у коров с определенными видами ССч (от кол.2), сут
				МинВС ₁	МинВС ₂	ОУКСр	ДИЗКСр	БВН	НВН	ООК	БВН	НВН	ООК	БВН	НВН	ООК	
1	2	3	4														
<i>Отдельные виды лево- и правосторонних патологий сычуга в период стельности коров (1-я ОГ, 12 гол.)</i>																	
НЛССч	2	17	3,0	↓	↓	↓	↓	1	1	-	50	50	-	7	2	-	4,5
ЛЗСч	5	41	2,9	↓	↓	↓	↓	-	2	2	-	50	50	-	5	1,5	3,2
НПССч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПЗСч	5	42	2,7	↓	↓	↓	↓	1	1	2	25	25	50	1	1	1	1,0
НЛССч+ЛЗСч	7	58	2,9	↓	↓	↓	↓	1	3	2	17	50	33	7	4	1,5	3,5
НПССч+ПЗСч	5	42	2,7	↓	↓	↓	↓	1	1	2	25	25	50	1	1	2	1,0
Все ССч	12	100	2,8	↓	↓	↓	↓	2	4	4	20	40	40	4	3	1	1,0
<i>Отдельные виды лево- и правосторонних патологий сычуга в послетельный период (2-я ОГ, 27 гол.)</i>																	
НЛССч	7	26	2,7	↓	↓	↓	↓	1	3	3	14	43	43	1	2	1,6	1,8
ЛЗСч	13	48	3,0	↓	↓	↓	↓	2	8	3	15	62	23	1	2,5	3	2,3
НПССч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПЗСч	7	26	2,8	↓	↓	↓	↓	-	2	4	-	33	67	-	2	1	1,4
НЛССч+ЛЗСч	20	74	2,9	↓	↓	↓	↓	3	11	6	15	55	30	1	2,4	2,3	2,2
НПССч+ПЗСч	7	26	2,8	↓	↓	↓	↓	-	2	4	-	33	67	-	2	1	1,4
Все ССч	27	100	2,8	↓	↓	↓	↓	3	13	10	11,5	50	38,5	1	2,3	1,8	2,0
<i>Отдельные виды лево- и правосторонних патологий сычуга в начальный период ранней лактации (3-я ОГ, 21 гол.)</i>																	
НЛССч	4	19	2,9	↓	↓	↓	↓	-	4	-	-	100	-	-	2,2	-	2,2
ЛЗСч	8	38	2,5	↓	↓	↓	↓	1	3	4	13	37	50	3	3	1,7	2,3
НПССч	2	10	2,3	↓	↓	↓	↓	-	2	-	-	100	-	-	15,5	-	15,5
ПЗСч	7	33	2,6	↓	↓	↓	↓	-	5	2	-	71	29	-	5,4	2	4,1
НЛССч+ЛЗСч	12	57	2,7	↓	↓	↓	↓	1	7	4	8	58	33	3	2,5	1,7	2,3
НПССч+ПЗСч	9	43	2,5	↓	↓	↓	↓	-	7	2	-	78	22	-	8,2	1	6,6
Все ССч	21	100	2,6	↓	↓	↓	↓	1	14	6	5	67	28	3	5,4	1,5	4,1
<i>Отдельные виды лево- и правосторонних патологий сычуга в период пика лактации (4-я ОГ, 9 гол.)</i>																	
НЛССч	2	22	2,5	=	↓	↓	↓	-	2	-	-	100	-	-	1	-	1,0
ЛЗСч	3	33	2,5	=	↓	↓	↓	-	1	2	-	33	67	-	3	1	1,6
НПССч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПЗСч	4	45	2,3	↓	↓	↓	↓	1	1	2	25	25	50	4	1	1,5	2,0
НЛССч+ЛЗСч	5	55	2,5	=	↓	↓	↓	-	3	2	-	60	40	-	1,6	1	1,4
НПССч+ПЗСч	4	45	2,3	↓	↓	↓	↓	1	1	2	25	25	50	4	1	1,5	2,0
Все ССч	9	100	2,4	↓	↓	↓	↓	1	4	4	10	45	45	4	1,5	1,2	1,6
<i>Отдельные виды лево- и правосторонних патологий сычуга в средний период лактации (1 гол.)</i>																	
ПЗСч	1	100	2,5	↓	↓	↓	↓	-	-	1	-	-	100	-	-	-	1,0

предшествующих и протекающих наравне с утратой животными кондиции, в приотельный период не превышала таковой в предшествующий период стельности. У всех животных с НЛССч и ЛЗСч балл BCS был умеренно понижен относительно ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₁ и МинBCS₂. При этом AM_{BCS} у коров с НЛССч (7 гол.) отличалось от данного показателя у животных с ЛЗСч (13 гол.) примерно на одну шаговую оценку BCS (0,25 балла): 2,7 vs. 3,0 балла BCS соответственно. AM_{BCS} у коров с ПЗСч (7 гол.) также был умеренно снижен: 2,8 балла BCS (см. табл. 3 – кол. 4). Из всех обследованных 27 гол. на стадии приотельного периода не было животных с НПССч. Это свидетельствует о более высокой, по сравнению с левосторонней формой, остроте патогенеза правосторонних патологий сычуга у молочных коров.

3-я ОГ: из 21 гол. данной группы по сравнению со значением ОУКСр показатель кондиции BCS не был пониженным только у 2 гол. (9,5% от 21 гол.) по МинBCS₁ и у 1 гол. (5% от 21 гол.) по МинBCS₂. Напротив, по сравнению со значением ДИЗКСр по МинBCS₁ показатель кондиции BCS только у 4 гол. (19% от 21 гол.) был пониженным. Таким образом, с точки зрения поддержания уровня будущей молочной продуктивности степень утраты кондиции животными со ССч в начальный период ранней лактации следует считать лишь умеренной. По сравнению со значением ДИЗКСр для МинBCS₂ показатель кондиции BCS также был умеренно сниженным у большинства коров 3-й ОГ (в пределах 1,0 балла BCS): у 16 гол. (76% от 21 гол.). Отмеченная умеренная степень утраты кондиции больными животными может негативно отразиться на реконвалесценции организма после перенесенной полостной операции, на общей длительности периода постоперационной курации и на общих экономических затратах по лечению. Поэтому путем коррекции ежедневного рациона в подобном случае специалистам необходимо достичь у животных уровня кондиции тела как минимум в 3,0 балла BCS.

AM_{BCS} коров со всеми выявленными патологиями сычуга в 3-й ОГ являлось умеренно пониженным относительно значений ОУКСр и ДИЗКСр по МинBCS₂, причем AM_{BCS} оказалось еще ниже аналогичных значений по 1-й и 2-й ОГ. Это свидетельствует о том, что утрата кондиции животными с момента отела под воздействием смещений сычуга с течением времени возрастает, а компенсаторные способности организма теряют способность удерживать уровень кондиции тела на од-

ном, пусть и пониженном уровне. Из 70 коров, участвующих в исследовании, самая значительная утрата кондиции (до уровня 2,0 балла BCS) была отмечена у коровы с ЛЗСч именно в 3-й ОГ.

С течением времени, истекающего с периода стельности до начального периода ранней лактации, с 1-й по 3-ю ОГ утрата упитанности у коров происходила в два этапа: во-первых, в связи со стельностью и отелом, а во-вторых, в последующий период ранней лактации – в связи с возникновением и развитием патологии сычуга. Оба данных этапа утраты кондиции в конечном итоге «суммировались» у коров, выражаясь в более низком AM_{BCS} по 3-й ОГ.

4-я ОГ: из 9 гол. данной группы у 4 гол. (44% от 9 гол.) значения ОУКСр были умеренно понижены по МинBCS₁, однако значения ДИЗКСр у всех животных группы, согласно МинBCS₁, не были понижены. Тем не менее коровы ГС являлись больными ССч и в связи с предполагаемой реконвалесценцией им потребуются дополнительные резервы тела, предусмотренные нами в значениях МинBCS₂. Оценивая кондицию коров 4-й ОГ и одного животного, выявленного на среднем периоде лактации, по МинBCS₂, отметим, что кондиция всех этих животных является умеренно пониженной. С учетом болезни животных и их дальнейшего излечения в данном случае, необходимо скорректировать рацион, для того, чтобы добиться улучшения кондиции скота хотя бы до минимального рекомендуемого МинBCS₂ до уровня 3,0 балла BCS.

AM_{BCS} у животных 4-й ОГ было самым низким (2,4 балла) по сравнению с аналогичными значениями, полученными по остальным ОГ. Выявлено снижение показателя AM_{BCS} 4 ОГ: 2,8; 2,8; 2,6; 2,4 балла. Такая постепенная утрата кондиции у здоровых животных может объясняться с позиции физиологии кормления, затрат энергетических резервов у высокопродуктивного скота в период ранней лактации, когда объемы потребленного корма и его биологическая ценность не обеспечивали животным прекращение утраты кондиции. Наряду с этим потребление кормов в ДКП сокращалось и по причине нарушений функции желудочно-кишечного тракта. Таким образом, к постепенному снижению показателя AM_{BCS} 4 ОГ приводили одновременно различные факторы.

Статистический анализ взаимосвязи кондиции со ССч, ОПК, пДКП и с текущим периодом репродуктивного цикла коров. В резуль-

тате исследования статистической взаимосвязи между BCS, ССч, ОПК, пДКП и текущим периодом полового цикла коров посредством анализа результатов вычисления χ^2 -критерия и точного теста Р. А. Фишера (см. табл. 4), удалось установить, что доли коров по каждой из дихотомий показателей ряда Б – с ЗСч/ССч, левосторонней/правосторонней патологией Сч, с нарушенным/ненарушенным потреблением корма, с присутствием/отсутствием потребления корма, и т.д. (кол. 5–8) – достоверно не отличаются друг от друга при учете воздействия на них BCS – показателя ряда А. То есть, достоверного влияния кондиции коров на исследуемые показатели ряда Б (кол. 1–8) выявлено не было ($P > 0,05$, см. табл. 4) как по ГС в целом, так и по отдельным ОГ в частности. Такая же ситуация отмечалась и при тестировании данных связей в обратном направлении: от показателей ряда Б – к показателю ряда А. Только в одном случае была выявлена достоверная взаимосвязь длительности периода, прошедшего от последнего отела коров всей ГС в целом на уровень их кондиции в оценке по МинBCS₂, Табл. 4, кол. 7 – значения, выделенные подчеркиванием. В качестве наиболее вероятной причины такой взаимосвязи могли выступать заранее спланированные в хозяйствах изменения в кормлении, отразившиеся на физиологических процессах коров в послеотельный период.

Таким образом, результаты вычисления χ^2 -критерия и точного теста Р. А. Фишера не дают оснований отнести показатель кондиции BCS (в интерпретации по МинBCS₂) к ключевым факторам диагностики возникновения лево- или правосторонних патологий Сч у молочных коров. Величину кондиции в нозологии и диагностике лево- и правосторонних патологий Сч коров следует рассматривать в качестве фактора, сопутствующего данным патологиям, а не в качестве их первопричины.

В результате исследования взаимосвязей между BCS и особенностями ССч, ОПК, пДКП, текущим периодом репродуктивного цикла у подопытных коров посредством вычисления относительного риска удалось установить положительную взаимосвязь между снижением кондиции (ниже 3,0 балла BCS) и наличием ЛЗСч или всех видов ЗСч (ЛЗСч+ПЗСч) у коров в 1-й и 3-й ОГ. Так, при наличии у коров ЛЗСч относительный риск утраты кондиции в период стельности в 1,6 раза выше, чем у коров без ЛЗСч (с остальными видами патологий данного органа, изучаемых

в работе), (см. табл. 5, кол. 1, АБ). Такое же значение RR было получено и для животных 1-й ОГ со всеми видами ЗСч (ЛЗСч+ПЗСч) по сравнению с животными без ЗСч (а с нестойкими смещениями данного органа), (см. табл. 5, кол. 3, АБ). Еще более значительный относительный риск (RR=3,5) снижения кондиции (ниже 3,0 балла BCS) установлен у коров с ЛЗСч в 3-й ОГ (см. табл. 5, кол. 1, АБ).

Таким образом, в период стельности и ранней лактации возникновение и развитие завалов сычуга (особенно левосторонней формы) является реальным фактором риска снижения кондиции коров ниже нормативного уровня (3,0 балла BCS), предложенного для больных животных МинBCS₂. Рассматривая взаимосвязь кондиции и различных патологий Сч у коров, необходимо учитывать двухсторонний характер данной взаимосвязи: например, наличие патологии Сч, возможно, приводит к изменению (снижению) кондиции, но и изменение (снижение) кондиции также, возможно, способствует развитию патологии Сч. И причина, и следствие локализуются в организме животного. Поэтому в четырехпольной таблице сопряженности для расчета RR снижение кондиции может выступать исходом события, фактором риска наступления которого являлась патология Сч (см. табл. 5, кол. 1, АБ), а затем, в таблице сопряженности патология Сч может быть представлена исходом события, болезнетворным фактором наступления которого выступает изменение кондиции (см. табл. 5, кол. 1, БА). Такой же двухсторонний характер взаимосвязи наблюдается между кондицией и прекращением потребления корма коровами (BCS-ОПК в табл. 5, кол. 4–7, АБ, БА). Значения RR, вычисленные на базе таблиц сопряженности, составленных по двум вышеописанным вариантам сравнения (АБ и БА), с точки зрения клинической интерпретации в большинстве случаев различались незначительно, что также подтверждает общность и единовременность протекания рассматриваемых физиологических процессов в организме животных.

Полученные результаты RR по 1-й и 3-й ОГ свидетельствуют о том, что снижение кондиции (ниже уровня 3,0 балла BCS), в свою очередь, тоже может выступать реальным фактором риска для развития патологий Сч. Причем с течением времени после отела (от 1-й до 4-й ОГ) данная взаимосвязь может усиливаться: у коров с ЛЗСч – в 1,6; 3,5 раза (RR по 1-й и 3-й ОГ соответственно, см. табл. 5 – кол. 1, БА) и у коров со всеми пато-

Таблица 4

Исследование статистической взаимосвязи между ВС_С, ССч, ОПК, пДКП и текущим периодом полового цикла у подопытных коров:
 результаты вычисления χ^2 -теста К. Пирсона и точного теста Р. А. Фишера
 Statistical relation among ВС_С, ССч, ОПК, пДКП and current sex cycle period of experimental cows: calculation by means of Pearson test
 χ^2 -теста and Fisher test

Взаимосвязь дихотомных показателей ряда А vs. Б и ряда Б vs. А	Ряд Б (1-8)									
	ОГ	Тест: тТФ; χ^2 -кр. Р	Патология Сч: ЗСч («+») / ССч («-»)	Левосторон. или патология Сч: Л / П	ОПК: нарушения (НВН+ООК) / без нарушений (БВН)	ОПК: потребление корма присутствует (БВН+НВН) / потребление корма отсутствует (ООК)	Период стельности: до 9-го мес стельности (1-8 мес) / перед отелом (9-й мес стельности)	Период, прошедший от последнего отела: ранний (1-6 сут) / не- дельный (от 7-10 сут)	Период, прошедший от последнего отела: непродолж. (1-15 сут) / продолжит. (16-155 сут)	пДКП: ко- роткий (1-3 сут) / продолжит. (3-28 сут)
BCS по	1	тТФ χ^2 -кр.	1,0 ^{АВ} 0,45 ^{БА} 0,49 ^{АВ} 0,37 ^{БА}	1,0 ^{АВ} 0,73 ^{АВ} 0,67 ^{АВ} 0,58 ^{АВ}	1,0 ^{БА} 0,73 ^{БА} 0,67 ^{БА} 0,58 ^{БА}	1,0 ^{АВ} 0,77 ^{АВ} 0,42 ^{АВ} 0,26 ^{АВ}	0,2 ^{БА} 0,09 ^{БА} ÷ ÷	÷ ÷ 0,7 ^{БА} 0,58 ^{БА}	÷ ÷ ÷ ÷	1,0 ^{АВ} 1,0 ^{АВ} 0,59 ^{АВ} 0,49 ^{АВ}
	МинBCS ₂	2	тТФ χ^2 -кр.	0,38 ^{АВ} 0,22 ^{АВ} 0,11 ^{АВ} 0,07 ^{АВ}	0,67 ^{АВ} 0,58 ^{АВ} 0,33 ^{АВ} 0,23 ^{АВ}	0,67 ^{БА} 0,58 ^{БА} 0,33 ^{БА} 0,23 ^{БА}	0,42 ^{АВ} 0,26 ^{АВ} 0,26 ^{АВ} 0,1 ^{АВ}	÷ ÷ ÷ ÷	÷ ÷ ÷ ÷	0,59 ^{АВ} 0,49 ^{АВ} 0,62 ^{АВ} 0,46 ^{АВ}
Ряд А (1)	3	тТФ χ^2 -кр.	0,07 ^{АВ} 0,07 ^{АВ}	0,23 ^{АВ} 0,23 ^{АВ}	0,23 ^{БА} 0,23 ^{БА}	0,1 ^{АВ} 0,1 ^{АВ}	÷ ÷	÷ ÷	÷ ÷	0,46 ^{АВ} 0,46 ^{АВ}
баллов	4	тТФ χ^2 -кр.	- -	- -	- -	- -	÷ ÷	÷ ÷	÷ ÷	- -
	1+2+ 3+4	тТФ χ^2 -кр.	0,76 ^{АВ} 0,64 ^{АВ}	0,42 ^{АВ} 0,33 ^{АВ}	0,42 ^{БА} 0,33 ^{БА}	1,0 ^{АВ} 0,79 ^{АВ}	÷ ÷	÷ ÷	0,03 ^{БА} 0,02 ^{БА}	0,74 ^{АВ} 0,54 ^{АВ}

Примечание. «+» – вычисления не предусмотрены методологией исследования. Прочерк в полях таблицы – точное вычисление χ^2 -кр. и тТФ не может быть проведено в виду недостаточного объема соответствующей выборки. Выделение курсивом – значения χ^2 -кр., оцененные SAS 9.1 как недостаточно точные ввиду малого объема выборки для их расчета.

Таблица 5
Относительный риск (RR) в изучении взаимосвязи между BCS, ССч, ОПК, пДКП и текущим периодом полового цикла у подопытных коров
Relative risk (RR) in exploring the relation among BCS, ССч, ОПК, пДКП and current sex cycle period of experimental cows

RR наступле- ния событий, связанных с показателями рядов А, Б	Ряд Б (1-10)																			
	ОГ	ЛЗСч: наличие / отсутств. у коров	ПЗСч: наличие / отсутств. у коров	Все ССч: ЛЗСч+ ПЗСч / ЛССч+ ПССч	ОПК у коров с ЛЗСч:		ОПК у коров с ЛССч:		ОПК у коров с ОПК / ОПК / БВН+НВН		ОПК у коров с ПЗСч:		ОПК у коров с ОПК / ОПК / БВН+НВН		ОПК у всех коров с разными видами ССч (ЛЗСч+ ЛССч+ ПЗСч+ ПССч) : ОПК / БВН+НВН	пДКП у коров с ЛЗСч: 1-3 сут / 4-8 сут		пДКП у коров с ПЗСч: 1-3 сут / 4-8 сут		пДКП у коров с ЗСч (ЛЗСч+ ПЗСч): 1-3 сут/ 4-8 сут
					АБ	БА	АБ	БА	АБ	БА	АБ	БА	АБ	БА		АБ	БА	АБ	БА	
BCS (согласно Ряд А МинBCS ₂) : <3,0 / ≥3,0 баллов	1	1,6	-	1,0	1,3	0,5	0,3	-	-	2,0	-	1,1	1,2	0,6	0,5	0,4	1,3	-	-	1,0
	2	0,6	0,7	-	1,0	0,6	0,5	0,3	0,2	1,0	1,0	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	-	-	0,7
	3	3,5	3,5	0,8	0,7	1,3	-	-	-	1,2	-	1,5	-	1,2	-	0,4	1,2	0,6	0,6	0,8
	4	1,0	-	-	2,0	1,0	1,0	-	-	0,6	0,5	0,8	0,4	-	0,4	0,4	-	1,0	1,0	1,0
1+2 +3+ 4	1,1	1,1	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	0,5	0,3	1,0	2,0	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0

Продолжение табл. 5

RR наступления событий, связанных с показателями рядов А, Б		Ряд Б (11-20)																			
		пДКП у коров с ЛССч: 1-3 сут / 4-8 сут		пДКП у коров с ПССч: 1-3 сут / 4-8 сут		пДКП у коров со ССч (ЛССч+ ПССч): 1-3 сут / 4-8 сут		пДКП у всех коров с разными видами ССч (ЛЗСч+ ЛССч+ ПЗСч+ ПССч): 1-3 сут / 4-8 сут		Период стельности у всех коров с ЗСч (ЛЗСч+ ПЗСч): до 9-го мес стельности (1-8 мес) / перед отелом (9-й мес стельности)		Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛССч: ранний (1-6 сут) / недельный (от 7-10 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛЗСч и ЛССч (ЛЗСч+ ЛССч): ранний (1-6 сут) / недельный (от 7-10 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛЗСч: ранний (1-6 сут) / недельный (от 7-10 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с разными видами патологии Сч (ЛЗСч+ ЛССч+ ПЗСч+ ПССч): 1-6 сут/7-10 сут			
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	АБ	БА	АБ	БА	АБ	БА	АБ	БА	АБ	БА
BCS (согласно МинBCS ₂): А (1) <3,0 / ≥3,0 баллов	1	-	÷	-	÷	-	÷	1,4	÷	1,6	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	
	2	-	÷	-	÷	-	÷	0,6	÷	÷	÷	0,8	÷	÷	÷	1,0	÷	÷	÷	÷	
	3	-	÷	1,0	÷	4,0	÷	1,1	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	
	4	-	÷	-	÷	-	÷	1,0	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	
1+2																					
+3+	1,8	÷	1,0	÷	1,7	÷	1,1	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	
4																					

Окончание табл. 5

RR наступления событий, связанных с показателями рядов А, Б	Ряд Б (21-27)																							
	ОГ	Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛЗСч: непродолж. (1-15 сут) / продолжит. (16-155 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛЗСч и ЛССч (1-15 сут) / продолжит. (16-155 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛССч: непродолж. (1-15 сут) / продолжит. (16-155 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с ЛЗСч+ЛССч и ЛССч (ЛЗСч+ЛССч): непродолжит. (1-15 сут) / продолжит. (16-155 сут)		Период, прошедший от последнего отела у коров с разными видами патологий Сч (ЛЗСч+ЛССч+ПЗСч)		Период, прошедший от последнего отела у коров с разными видами патологий Сч (ЛЗСч+ЛССч+ПЗСч): непродолжит. (1-15 сут) / продолжит. (16-155 сут)												
		21	АБ	БА	22	АБ	БА	23	АБ	БА	24	АБ	БА	25	АБ	БА	26	АБ	БА	27	АБ	БА		
BCS (согласно МинBCS ₂): · <3,0 / ≥3,0 баллов	1	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	
	2																							
	3																							
	4	0,6	÷	-	÷	0,9	÷	0,6	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	0,6	÷	-	÷	÷	÷	0,7	÷
1+2																								
+3+	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
4																								

Примечание. «÷» – вычисления не предусмотрены методологией исследования, поэтому в данных полях таблицы значений быть не должно. Прочерк в полях таблицы – ввиду недостаточности объема выборки вычисление относительного риска не проводится (наличие нулевых значений в полях таблицы сопряженности дает RR=0,0).

логиями Сч – в 1,3; 2,0 и 2,0 раза (RR по 1-й, 3-й и 4-й ОГ соответственно, см. табл. 5 – кол. 3, БА). Таким образом, снижение кондиции ниже уровня 3,0 балла BCS может негативно влиять на протекание патологий Сч в ходе развития лактации у коров.

Выявлен невысокий относительный риск прекращения потребления корма всеми животными с патологиями Сч в период стельности (RR=1,2) при снижении их кондиции ниже 3,0 балла BCS (см. табл. 5, кол. 7, БА). В свою очередь, в период стельности прекращение потребления корма животными с ПЗСч в 2 раза чаще может приводить к потере кондиции ниже 3,0 балла BCS, чем это может произойти у животных с другими видами патологий Сч в данной группе (RR=2,0, см. табл. 5, кол. 6, АБ). У коров всех опытных групп с ПЗСч относительный риск прекращения кормопотребления может быть в 2 раза более высоким при снижении кондиции скота ниже 3,0 балла, чем у коров с ПЗСч, но без снижения кондиции ниже данного нормативного уровня МинBCS₂ (RR=2,0, см. табл. 5, кол. 6, БА). Слабовыраженная положительная взаимосвязь между прекращением кормопотребления (ООК) и снижением кондиции наблюдалась у коров с ЛЗСч в 3-й ОГ (RR=1,3^{АБ}) и у всех животных с ЛЗСч во всех ОГ (RR=1,1^{АБ}; 1,2^{БА}) (см. табл. 5, кол. 4).

Следует отметить, что наиболее детальное изучение относительного риска требует рассмотрения выборок, сформированных по принципу отдельных опытных групп и видов патологий Сч. Вычисление RR суммарно по животным всех опытных групп (1+2+3+4), а также по всем патологиям Сч вместе (ЛЗСч+ПЗСч+ЛССч+ПССч) в большинстве своем не выявило значительного относительного риска снижения кондиции (ниже 3,0 балла BCS) под воздействием других изучаемых показателей: RR≤1,2 (см. табл. 5, кол. 1–10, 14–20, АБ). Таким образом, подтверждается вывод о том, что умеренная степень снижения BCS в большей степени – явление, сопутствующее патологиям Сч, а не их первопричина.

Более продолжительный доклинический период развития патологии Сч наряду с ухудшением общего состояния животных, вероятно, заключает в себе повышенный риск снижения кондиции у таких животных по сравнению с непродолжительным ДКП. Данное предположение подтвердилось в отношении животных с ЛЗСч в 1-й и 3-й ОГ, у которых при ЛЗСч отметили невысокий относительный риск снижения кондиции ниже 3,0 балла

BCS (RR=1,3; 1,2 соответственно ОГ, см. табл. 5, кол. 8, АБ). Значительный относительный риск (RR=4,0) снижения кондиции может наблюдаться у коров 3-й ОГ с наличием ССч (ЛССч+ПССч). Рассматривая всех коров с различными патологиями Сч, следует отметить низкие относительные риски потери кондиции (ниже 3,0 балла BCS) у коров 1-й и 3-й ОГ (RR=1,4; 1,1, см. табл. 5, кол. 14, АБ). Обобщенно по всем опытным группам, относительный риск снижения кондиции под воздействием продолжительного пДКП возрастал у коров со ССч (RR=1,8; 1,7 – см. табл. 5, кол. 11; 13, АБ).

Относительный риск снижения кондиции ниже уровня 3,0 балла BCS был выше (в 1,6 раза) у всех коров с ЗСч, у которых протекал какой-либо из первых восьми месяцев стельности по сравнению с животными на 9-м мес стельности: таким образом благоприятно отражались меры зоотехников по подготовке коров к отелам (см. табл. 5, кол. 15, АБ).

Незначительное повышение риска (в 1,3 раза) снижения кондиции отмечается у коров 2-й ОГ со всеми патологиями Сч в период 1–6 сут после отела по сравнению с более поздним периодом (7–10 сут после отела) что подтверждает значение отела как реального фактора риска снижения кондиции у коров в приотельный период (2-я ОГ, см. табл. 5, кол. 20, АБ).

Таким образом, приведенные выше данные показывают, что относительные риски снижения кондиции (ниже 3,0 балла BCS) под влиянием болезней Сч, прекращения кормопотребления наибольшим образом выражены у коров именно при завалах сычуга в период стельности (1-я ОГ) и ранней лактации (3-я ОГ). У всех коров с ПЗСч всех опытных групп снижение кондиции ниже 3,0 балла BCS, наряду с другими симптомами, следует считать признаком ухудшения общего состояния организма, так как оно способно в 2 раза чаще приводить к прекращению потребления корма животными, чем в случае отсутствия нарушений кондиции (см. табл. 5, кол. 6, БА).

ВЫВОДЫ

1. Высокопродуктивный крупный рогатый скот пород молочного направления продуктивности нередко подвержен заболеваемости смещениями сычуга. В этой связи особую актуальность приобретают фундаментальные исследования

нозологических и эпизоотологических особенностей данной группы заболеваний.

2. Проведенные исследования не подтверждают вывод зарубежных исследователей о том, что уровень кондиции у коров с нарушениями потребления корма и со ССч в приотельный период может снижаться с интенсивностью в 2,0 балла BCS (с 4,0 до 2,0 балла) менее чем за неделю [20]. Полученные в данном исследовании результаты свидетельствуют о том, что у коров с различными видами ССч действительно присутствовало снижение кондиции, но это снижение не превышало 1,0 балла BCS в неделю и являлось умеренным, в то время как потребление кормов у большинства животных действительно было нарушенным.

3. Некоторыми исследователями утверждалось, что у коров с высоким баллом BCS при отеле и у животных, утративших значительную долю кондиции в период ранней лактации, отмечается более высокая вероятность возникновения ССч

[10]. Полученные в данном исследовании результаты свидетельствуют о том, что ССч наступали у коров с различной, а не только с повышенной ($\geq 4,0$ балла BCS) кондицией, в то же время, значительное количество случаев ССч действительно отмечалось в отельный и приотельный периоды.

4. Полученные в исследовании данные не подтверждают утверждение зарубежных исследователей о том, что увеличение риска возникновения смещений сычуга у коров вызвано чрезмерным увеличением кондиции в отельный период [20,21].

5. Результаты проведенного исследования имеют перспективу широкого использования в ветеринарии, сельскохозяйственном образовании, ветеринарной диетологии, информатизации и автоматизации процессов управления производственными процессами в молочном скотоводстве, в связанных с АПК отраслях отечественной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. *Безбородов П. Н.* К вопросу о классификации заболеваний сычуга у коров // Рос. вет. журн. С.-х. животные. – 2008. – № 2. – С. 22–23.
2. *Безбородов П. Н.* «Смещение» или «завал» сычуга у коров? // Трансферт инновационных технологий в животноводстве: материалы междунар. научн.-практ. конф. 27–28 марта 2008 г. – Орел: ОрелГАУ, 2008. – С. 19–22.
3. *Безбородов П. Н.* О проблеме определений, классификации и терминологии в изучении состояний смещения сычуга у высокопродуктивных коров // Актуальные проблемы ветеринарии и животноводства: материалы межрегион. научн.-практ. конф. – Самара: ГНУ СамНИВС Россельхозакадемии, 2010. – С. 28–36.
4. *Безбородов П. Н.* Основы применения зарубежной системы оценки кондиции крупного рогатого скота молочного направления продуктивности Body Condition Score (BCS) // Вестн. НГАУ. – 2017. – № 2 (43). – С. 106–128.
5. *Bewley J. M., Schutz M. M.* Review: An Interdisciplinary. Review of Body Condition Scoring for Dairy Cattle // The Professional Animal Scientist. – 2008. – N 24. – P. 507–529.
6. *Shirley J.* Overconditioned heifers had problems after calving // Abstract in Hoard's Dairyman. – 1995.
7. *Mishra S., Kumari K., Dubey A.* Body Condition Scoring of Dairy Cattle: A Review // Research & Reviews: Journal of Veterinary Sciences (RRJVS). – 2016. – Vol.2, Is. N 1. – P. 58–65.
8. *Dyk P. B.* The association of prepartum non-esterified fatty acids and body condition with peripartum health problems of 95 Michigan dairy farms; diss. ... PhD / Michigan State University, Department of Animal Science, East Lansing, MI, USA. – 1995.
9. *Hoedemaker M., Prange D., Gundelach Y.* Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows // Reprod. Domest. Anim. – 2009. – № 44 (2). – P. 167–73.
10. *Heinrichs J., Jones C., Ishler V. A.* Body Condition Scoring as a Tool for Dairy Herd Management // Издание Пенсильванского государственного колледжа сельскохозяйственных наук (США) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/body-condition-scoring/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>. – (Дата обращения: 20.12.2016).
11. *Безбородов П. Н.* Метод «круговой» последовательности проведения клинической диагностики внутренних незаразных болезней у крупного рогатого скота // Достижения молодых ученых

- в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании: материалы III Междунар. научн.-практ. конф.: в 2 ч. / под ред. И. А. Лазарева. – Брянск: БГТУ, 2011. – Ч. 1. – С. 233–235.
12. *Безбородов П. Н.* Ганноверский метод регистрации результатов органолептической оценки клинико-диагностических показателей в ветеринарной пропедевтике // Инновационному развитию АПК – научное обеспечение: материалы междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 80-летию Перм. гос. с.-х. акад. им. акад. Д. Н. Прянишникова. – Пермь: Перм. ГСХА, 2010. – С. 6–8.
 13. *Безбородов П. Н.* Ганноверский типовой образец карт клинической курации животных в условиях ветеринарных клиник по лечению крупного рогатого скота // Уч. зап. учреждения образования «Витебская ордена Знак почета гос. акад. вет. медицины». – 2011. – Т. 47, № 2–1. – С. 121–129.
 14. *Безбородов П. Н.* Основные особенности инфраструктуры и организации деятельности специализированной клиники по лечению крупного рогатого скота // Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России: материалы X междунар. научн.-практ. конф. – Кемерово: Кемеров. гос. с.-х. институт, 2011. – С. 151–154.
 15. *Безбородов П. Н.* Опыт проведения операции по репозиции левостороннего завала сычуга у коров // Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. мед. им. Н. Э. Баумана. – Казань, 2006. – Т. 186. – С. 28–40.
 16. *Безбородов П. Н.* Анализ данных приоперационной эксплорации брюшной полости у высокопродуктивных коров с завалом сычуга // Совместная деятельность сельскохозяйственных товаропроизводителей и научных организаций в развитии АПК Центральной Азии: материалы междунар. научн.-практ. конф. – Иркутск: Иркут. ГСХА, 2008. – С. 43–47.
 17. *Computergestützte veterinärmedizinische Biometrie und Epidemiologie. Einführungskurs Statistik für Doktoranden laut Promotionsordnung. Skriptum zum Blockkurs / M. Beyerbach, K. Rohn, I J.Schä [et. al].* – Hannover.: TiHO, 2006. – 9. Auflage. – S. 164.
 18. *Лакин Г. Ф.* Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 293 с.
 19. *Ferguson J. D., Galligan T. D., Thomsen N.* Principal descriptors of body condition score in Holstein cows // *J. Dairy Sci.* – 1994. – Vol. 77. – P. 2695–2703.
 20. *Kellogg W.* Body Condition Scoring with Dairy Cattle // Совместное издание университета штата Арканзас (США) и Департамента сельского хозяйства США [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-4008.pdf>. – (Дата обращения: 20.12.2016).
 21. *What's the Score? Body Condition Scoring for Livestock / Body Condition Scoring and Energy Balance* // Материалы официального интернет-сайта Министерства сельского хозяйства и охраны окружающей среды провинции Альберта (Канада) [Alberta.ca](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/), раздел «Agriculture and Forestry», подраздел «Dairy Cattle» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/). – (Дата обращения: 20.12.2016).

REFERENCES

1. *Bezborodov P. N.* *Ros. vet. zhurn. S. – kh. Zhivotnye*, 2008, No. 2, pp. 22–23.
2. *Bezborodov P. N.* *Transfert inno-vatsionnykh tekhnologii v zhivotnovodstve* (Transfer of innovation technologies in animal husbandry) Proceeding of the International Science Conference, 27–28 marta, 2008, Orel, OrelGAU, 2008, pp. 19–22.
3. *Bezborodov P. N.* *Aktual'nye pro-blemy veterinarii i zhivotnovodstva* (Actual problems of veterinary and animal husbandry) Proceeding of the International Science Conference Samara, GNU SamNIVS Rossel'khozakademii, 2010, pp. 28–36.
4. *Bezborodov P. N.* *Vestn. NGAU*, 2017, No. 2 (43), pp. 106–128.
5. *Bewley J. M., Schutz M. M.* *The Professional Animal Scientist*, 2008, No. 24, pp. 507–529.
6. *Shirley J.* *Overconditioned heifers had problems after calving*, Abstract in *Hoard's Dairyman*, 1995.
7. *Mishra S., Kumari K., Dubey A.* *Research & Reviews: Journal of Veterinary Sciences*, 2016, No. 1 (2), pp. 58–65.
8. *Dyk P. B.* *The association of prepartum non-esterified fatty acids and body condition with peripartum health problems of 95 Michigan dairy farms: diss. ... PhD*, Michigan State University, Department of Animal Science, East Lansing, MI, USA, 1995.

9. Hoedemaker M., Prange D., Gundelach Y. *Reprod. Domest. Anim.*, 2009, No. 44 (2), pp. 167–73.
10. Heinrichs J., Jones S., Ishler V.A. *Izдание Pensil'vanskogo gosudarstvennogo kolledzha sel'skokhozyaistvennykh nauk*, available at: <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/body-condition-scoring/body-condition-scoring-as-a-tool-for-dairy-herd-management>, (December 20.2016).
11. Bezborodov P.N. *Dostizheniya molodykh uchenykh v razvitii innovatsionnykh protsessov v ekonomike, nauke, obra-zovanii* (Achievements of young scientists in the development of innovative processes in the economy, science, education) Proceeding of the III International Science Conference, 2011, Bryansk, BGTU, pp. 233–235.
12. Bezborodov P.N. *Innovatsionnomu razvitiyu APK – nauchnoe obespechenie* (Innovative development of the AIC – scientific support) Proceeding of the International Science Conference, Perm», Permskaya GSKhA, 2010, pp. 6–8.
13. Bezborodov P.N. *Uch. zap. uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaya ordena Znakpocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny*, 2011, No. 2–1 (47), pp. 121–129.
14. Bezborodov P.N. *Tendentsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva v sovremennoi Rossii* (Trends in agricultural production in modern Russia), Proceeding of the International Science Conference, Kemerovo, Kemerovskii gos. s. – kh. institut, 2011, pp.151–154.
15. Bezborodov P.N. *Uch. zap. kazan. gos. akad. vet. med. im. N.E. Baumana*, Kazan», 2006, Vol.186, pp.28–40.
16. Bezborodov P.N. *Sovmestnaya deyatel'nost' sel'-skokhozyaistvennykh tovaroproizvoditelei i nauchnykh organizatsii v razvitii APK Tsen-tral'noi Azii* (Joint activity of agricultural commodity producers and scientific organizations in the development of the AIC of Central Asia), Proceeding of the International Science Conference, Irkutsk, Irkutskaya GSKhA, 2008, pp. 43–47.
17. Beyerbach M., Rohn K., Schäl J., Schneider B., Kreienbrock L. *Computergestützte veterinärmedizinische Biometrie und Epidemiologie, Einführungskurs Statistik für Doktoranden laut Promotionsordnung, Skriptum zum Blockkurs*, Hannover, TiHO, 2006, 9, Auflage, 164 p.
18. Lakin G.F. *Biometriya* (Biometriya), 1980, Moscow, Vyssh. shkola, 293 p.
19. Ferguson J.D., Galligan T.D., Thomsen N.J. *Dairy Sci.*, 1994, Vol. 77, pp. 2695–2703.
20. Kellogg W. available at: <https://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-4008.pdf>, (December 20.2016).
21. Available at: [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex9622/), (December 20.2016).

УДК 639.311 (075.8)

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРПОВЫХ РЫБ
В УСЛОВИЯХ ТАДЖИКИСТАНА**

¹И.В. Морузи, доктор биологических наук

²Ф.М. Раджабов, доктор сельскохозяйственных наук

¹Е.В. Пищенко, доктор биологических наук

²Ф.Ф. Азизов, старший преподаватель

¹Новосибирский государственный аграрный университет,
Новосибирск, Россия

²Таджикский аграрный университет
им. Ш. Шотемур, Душанбе, Таджикистан

E-mail: moryzi@ngs.ru

Ключевые слова: рыбоводство, карп, белый амур, белый толстолобик, удобрения прудов, поликультура рыб, масса рыб, рыбопродуктивность, экономическая эффективность

Реферат. В Республике Таджикистан имеются огромные возможности для увеличения уловов рыбы во внутренних водоемах (озерах, реках, водохранилищах и оросительных каналах). Климат Республики имеет высокую мозаичность и включает в себя множество климатических зон. Исследования проводились на территории Гиссарской долины в зоне с резко-континентальным климатом. Однако основным ограничивающим фактором, сдерживающим рост добычи рыбы, является малая продуктивность прудов и несовершенство технологии выращивания. При выращивании рыбы следует учитывать климатическую зональность, так как каждой климатической зоне соответствует своя сумма тепла и продолжительность вегетационного сезона. В проведенных исследованиях изучено влияние различных доз удобрений на рыбопродуктивность прудов и эффективность выращивания растительноядных рыб в поликультуре использованием гранулированных кормов. Установлена эффективность удобрения прудов азотно-фосфорными удобрениями и перегноем при выращивании белого амура и белого толстолобика в поликультуре с карпом, что дает возможность максимально использовать естественную кормовую базу прудов и повысить их рыбопродуктивность. В период выращивания сохранность карпа составляла 86 %, белого амура – 90 и белого толстолобика – 83 %, средняя масса рыб в конце опыта соответственно 874, 3419 и 1426 г, среднесуточный прирост массы – 4,1, 16,3 и 6,8 г, общая рыбопродуктивность – 19,61 ц/га.

EFFICIENCY OF GROWING CARP IN TADZHIKISTAN

¹Moruzi I.V., Dr. of Biological Sc.

²Radzhabov F.M., Dr. of Agricultural Sc.

¹Pishchenko E.V., Dr. of Biological Sc.

²Azizov F.F., Senior teacher

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Tadzhik Agrarian University named after Sh. Shotemur, Dushanbe, Tadzhikistan

E-mail: rajabov-65@mail.ru

Key words: fishery, carp, grass carp, silver carp, pond fertilizers, polyculture, fish mass, fish capacity, economic efficiency.

Abstract. Tadzhikistan has great capacities for increasing of fish yields in the basins (lakes, rivers, basins and irrigation channels). The climate has patchiness and includes many climatic zones. The research was carried out in Gissarskaya valley in the zone with sharply continental climate. The main restrictive factor that prevents the growth of fish yield is low pond productivity and weak aspects of growing technology. When growing wish, it is necessary to take into account climatic zones as each climatic zone has its own thermal constants and duration of vegetative season. The research explores the influence of different fertilizers doses on the fish capacity of ponds and efficiency of growing herbivorous fish in the polyculture with

application of pelleted feeds. The authors speak about efficiency of fertilizing ponds with nitrogen and phosphorus fertilizers and organic matter when growing grass carp and silver carp in the polyculture with a carp. This gives possibility to use efficiently the food reserves of ponds and increase their fish capacity. Carp livability was 86% in the period of growing; grass carp – 90 % and silver carp - 83%; average fish mass in the end of the experiment was 874, 3419 and 1426 g; daily average body weight was 4.1, 16.3 and 6.8 g; total fish capacity was 19.61 c/ha.

В современных условиях сокращения уловов океанической рыбы и критического состояния рыбных запасов, которые поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства, надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является сельскохозяйственное рыбоводство [1].

Увеличение производства товарной рыбопродукции возможно в условиях интенсификации, которая предусматривает высокую плотность посадки рыб в водоемы, кормление искусственными кормами, применение поликультуры [2–10].

Для наиболее полного использования естественной кормовой базы и повышения продуктивности водоемов в практике рыбоводства применяют совместное выращивание различных видов и возрастных групп рыб, которое получило название поликультура. Наибольшее распространение имеет прудовое выращивание растительноядных рыб в поликультуре с карпом. Правильный подбор рыб, наиболее полно использующих кормовую базу водоемов, для выращивания в поликультуре является основным методом интенсификации прудового рыбоводства [11–18].

При выращивании растительноядных рыб и карпа в поликультуре необходимо производить интенсивное удобрение прудов [19–24].

Из-за большого многообразия почвенных и климатических условий различных районов методы, приемы удобрения прудов и поликультура рыб, естественно, не могут быть одинаковыми. Исследований по повышению продуктивности прудов и эффективности выращивания растительноядных рыб в поликультуре с карпом в Таджикистане проведено недостаточно.

Исходя из вышеизложенного, изучение видового состава, динамики количественного развития гидробионтов, разработка методов более рационального использования продуктивных возможностей водоемов и эффективной технологии выращивания прудовых рыб является актуальными, имеют теоретическую и практическую значимость.

Цель исследования – установление эффективности внесения в пруды органических и ми-

неральных удобрений, изучение особенностей выращивания растительноядных рыб (белый толстолобик и белый амур) в поликультуре с карпом с целью повышения рыбопродуктивности прудов и обоснования эффективности выращивания рыб в поликультуре.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили на базе учебно-опытного хозяйства Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур. В данном учебно-опытном хозяйстве в 2007 г. были построены два опытно-экспериментальных рыбоводных пруда, и в 2010 г. еще три пруда общей площадью 1,0 га.

Для исследования гидрохимических и гидробиологических показателей пробы собирали и обрабатывали по специальным методикам, утвержденным Главрыбводом (1988). Наблюдения включали определение уровня воды, температуры, прозрачности, изменение pH среды, количества растворенного в воде O₂ и CO₂ и др.

При изучении химических свойств воды основывались на общепринятой методике исследований внутренних водоемов, разработанной О. А. Алекиным (1954). Количество растворенного кислорода определяли по Винклеру, CO₂ – прямым методом Тилманса, концентрацию водородных ионов (pH) – аппаратом «Микро-Михаэлиса», окисляемость воды – по Куббелю.

Зоопланктон в прудах отбирали сетью Апштейна путем процеживания 50 л воды в каждой из точек отбора. При отборе бентосных проб использовали дночерпатель Петерсона. В течение исследованного срока собрана и обработана 81 проба, проведено 1215 измерений.

Рыбоводные пруды удобряли минеральными и органическими веществами. Минеральными солями (суперфосфат, аммиачная селитра, аммофос) пруд удобряли по биологической потребности. Дозировку и соотношение отдельных компонентов удобрений определяли скляночным методом в кислородной модификации. Органическое удобрение (навоз) в пруды вноси-

Таблица 1

Гидрохимические показатели воды прудов
Hydrochemical parameters of water in the ponds

Параметры	Колебание
Температура, °С	3–10
Прозрачность, м	0,38–0,85
Кислород, мг/л	4,1–9,2
Окисляемость, мг O ₂ /л	5,8–12,6
Растворенная CO ₂ , мг/л	7,8–8,6
Минерализация, г/л	0,92–1,21
pH	7,2–8,6
Нитриты (NO ₂), мг/л	0,05–0,27
Нитраты (NO ₃), мг/л	0,23–0,48
Фосфаты, мг/л	0,16–0,35
Хлориды, мг/л	4,0–5,1
Сульфаты, мг/л	18,0–19,7

ли в начале вегетационного периода по методике В. А. Мовчана (1948).

Эффективность поликультуры рыб устанавливали путем совместного выращивания годовиков белого амура и белого толстолобика с карпом. В апреле пруды были зарыблены годовиками карпа (2000 шт.), белого толстолобика (2000 шт.) и белого амура (1000 шт.) со средней навеской 15–25 г. Для выращивания рыб использовали гранулированные комбикорма.

Химический анализ кормов и тушек рыб проводили по методикам, рекомендованным М. А. Щербиной (1983) и Е. А. Петуховой и др. (1989).

В период выращивания каждые две недели проводили контрольные обловы и определяли массу и основные промеры рыб. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям И. Ф. Правдина (1966).

Рыбопродуктивность определяли по формуле, предложенной А. И. Чернощепенцевым и В. В. Мильштейном (1983).

Расчет экономической эффективности выращивания рыб проводили в соответствии с методическими указаниями ВАСХНИЛ (1980).

Биометрическую обработку полученных материалов исследований осуществляли по Н. А. Плохинскому (1969) с помощью программ Microsoft Office Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В течение года гидрохимический режим прудов учебно-опытного хозяйства Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур был благоприятным для выращивания рыб, изученные показатели соответствовали нормам, предусмотренным для рыбоводных водоемов (табл. 1).

В течение вегетационного периода термический режим прудов изменялся в зависимости от температуры воздуха. Зимой температура воды колебалась от 3 до 10°С. На самом отдаленном пруде от гидранта наблюдалось образование ледяной пленки. Начиная с марта отмечалось постепенное повышение температуры воды. Наибольшие показатели температуры отмечены в июле (31°С).

Прозрачность воды зависела от места расположения пруда и степени организации рыбоводно-мелиоративных работ и составила 0,38–0,85 м. Уменьшение прозрачности воды отмечалось при внесении минеральных и органических удобрений.

Газовый режим прудов по кислороду был благоприятным для жизни гидробионтов. Содержание кислорода в прудах находилось в пределах 7,8–8,6 мг/л, растворенной углекислоты (CO₂) – от 7,8 до 8,6, окисляемость равнялась 5,8–12,6 мг O₂/л.

Вода прудов в течение вегетации имела pH от 7,2 до 8,6, т.е. была слабощелочной. Количество хлоридов колебалось от 4,0 до 5,1 мг/л, сульфатов – от 18,0 до 19,7 мг/л, сумма ионов натрия и калия, которые являются основаниями солей, составляла от 0,12 до 0,16 мг/л. Появление аммиака и ионов нитритов и нитратов зависело от внесения минеральных удобрений и деятельности водных организмов. Ионы тяжелых металлов Mn, Ag, Zn, Al, Cu в воде прудов не обнаружены.

При выращивании различных видов рыб в поликультуре особенно важно учитывать особенности естественной кормовой базы прудов. В исследуемых прудах состав представителей фитопланктона и зоопланктона был очень богат и разнообразен.

В вегетационный период биомасса фитопланктона значительно колебалась (рис. 1): в мае она составила 5,6 г/м³, в июне – 4,9, в июле – 8,1, в августе – 9,7, в сентябре – 6,8 г/м³.

Такая же закономерность наблюдалась по биомассе зоопланктона (рис. 2): в мае она составила 12,9 г/м³, в июне – 17,4, в июле – 15,6, в августе и сентябре снижалась и составила соответственно 8,2 и 4,3 г/м³. В составе зоопланктона исследуемых прудов встречались большое количество веслоногих, ветвистоусых рачков и личинок хирономид.

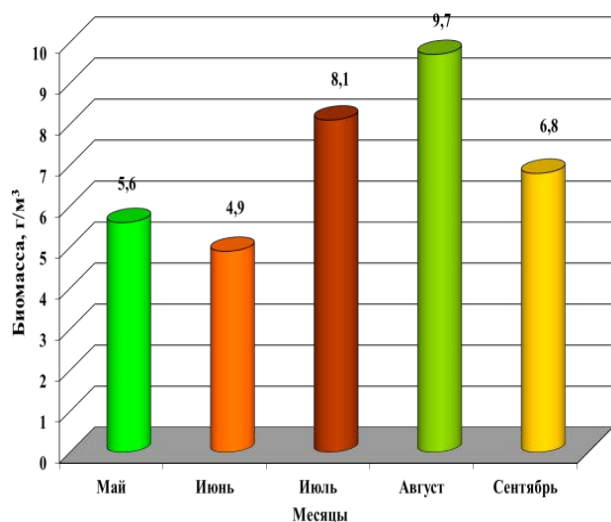


Рис. 1. Изменение биомассы фитопланктона в прудах
Change of phytoplankton biomass in the ponds

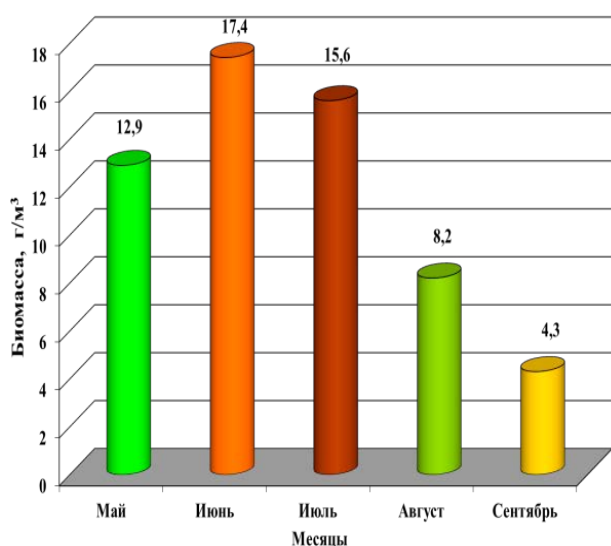


Рис. 2. Изменение биомассы зоопланктона в прудах
Change of zooplankton biomass in the ponds

Из полученных данных по биомассе фитопланктона и зоопланктона вытекает, что общий состав кормовой базы прудов был пригоден для выращивания белого амура и белого толстолобика в поликультуре.

Подопытных рыб кормили гранулированными кормами, состав которых представлен в табл. 2.

Самая высокая поедаемость комбикормов наблюдалась у карпа. Питательность комбикормов соответствовала рекомендуемым показателям полнорационных комбикормов для рыб, в 1 кг корма содержалось 11,7–12,1 МДж обменной энергии. Комбикорм скармливали рыбам вручную, суточную норму корма определяли по кормовым таблицам, разработанным во Всероссийском научно-исследовательском институте прудового рыбоводства и рыбного хозяйства, в зависимости от температуры воды и массы рыбы.

Таблица 2

Рецепты комбикормов для выращивания карпа, %
Recipes of feedstuff for growing carp, %

Компонент	Сеголетки	Двухлетки
Кукуруза	12	11
Пшеница	10	8
Ячмень	17	12
Горох	15	21
Шрот хлопчатниковый	20	28
Отрубы пшеничные	16	12
Рыбная мука	5	4
Дрожжи кормовые	4	3
Мел	1	1

В период выращивания рыб были отмечены основные особенности поликультуры, характерные для рыбоводства в регионах с жарким климатом. Интенсивный рост всех видов рыб отмечен в июне, июле и августе. Это связано с температурой воды, показатели которой были самыми высокими в указанные месяцы (27,6–29,1°C). С сентября наблюдалось снижение темпов роста (табл. 3).

Таблица 3

Изменение массы рыб в течение рыбоводного сезона 2015 г.
Change of fish mass in fish breeding period in 2015

Месяц облова	Карп	Белый амур	Белый толстолобик
Апрель	19,70±1,21	24,20±2,06	17,40±0,96
Май	119,10±6,04	415,90±17,68	182,70±13,42
Июнь	258,20±19,02	964,20±64,01	414,10±21,28
Июль	429,80±28,74	1640,70±112,35	699,70±38,92
Август	589,30±41,31	2269,50±159,06	965,20±50,85
Сентябрь	711,20±54,80	2749,90±173,84	1167,90±69,44
Октябрь	818,60±72,24	3173,80±211,26	1347,00±98,58
Ноябрь	908,40±87,46	3527,60±223,04	1496,30±122,72

Закономерности в изменении массы выращиваемых рыб по месяцам летнего сезона наглядно демонстрируются показателями среднесуточного прироста их массы. Высокие среднесуточные приросты массы всех видов рыб наблюдались в июне, июле и августе. Отмечены и видовые особенности роста рыб. Так, самый высокий среднесуточный прирост имел белый амур, а самый низкий – карп. Белый толстолобик по данному показателю имел промежуточные значения.

Период роста рыбы составил 212 дней. Средняя начальная масса карпа равнялась 19,7 г, белого амура – 24,2, белого толстолобика – 17,4 г.

Кормление рыб гранулированными комбикормами и внесение в прудах минеральных и органических удобрений в виде навоза позво-

лило за короткие сроки подопытным рыбам набрать вес и уже в ноябре они стали товарными (табл. 4).

Заключительный облов, проведенный в ноябре 2015 г., показал, что двухгодовики карпа достигли средней массы 908 г, белого толстолобика – 1496 и белого амура – 3527 г, максимальная масса составила 1,24; 4,86 и 1,93 кг соответственно.

Выживаемость белого амура была высокой и достигла 91 %, а у белого толстолобика и карпа оказалась ниже – 87 и 89 %.

Абсолютный и среднесуточный прирост оказался достаточно высоким у белого амура – 3503 и 16,52 г соответственно. Это связано с влиянием соответствующей кормовой базы и хорошим гидрохимическим режимом в прудах. На втором

Таблица 4

Рыбоводно-биологические показатели выращивания рыб в поликультуре
Fish and biological parameters of growing fish in the polyculture

Показатель	Карп	Белый амур	Белый толстолобик
Средняя начальная масса рыб, г	19,70±1,21	24,20±2,06	17,40±0,96
Средняя конечная масса рыб, г	908,40±87,40	3527,60±223,00	1496,30±122,70
Абсолютный прирост, г	888,70	3503,40	1478,90
Среднесуточный прирост, г	4,19	16,52	6,98
Выживаемость, %	89	91	87
Рыбопродуктивность, ц/га	4,52	9,11	7,43

месте был белый толстолобик: абсолютный прирост 1479 г, среднесуточный прирост – 6,98 г. Наименьшие показатели роста наблюдались у карпа – соответственно 889 и 4,19 г.

Выращивание растительноядных рыб в поликультуре с карпом дало возможность максимально использовать кормовые ресурсы пруда и получить дополнительную продукцию за счет растительноядных рыб. При этом рыбопродуктивность прудов повысилась до 21,06 ц/га.

Установлены видовые особенности химического состава рыбы. Так, в теле белого амура содержалось воды соответственно на 0,41 и 0,93, жира – на 0,59 и 1,17% больше по сравнению с телом белого толстолобика и карпа. Содержание протеина было наибольшим в теле карпа, а наименьшим – в тушах белого амура. По химическому составу тела белый толстолобик имел промежуточные показатели.

От реализации рыбы получено 102,4 тыс. руб. Прибыль составила 36,8 тыс. руб., а на одну рыбу – 8,33 руб. Рентабельность производства продукции достигла 56,06 %.

Результаты производственного опыта (2016 г.) подтвердили обоснованность данных, полученных в ходе научно-хозяйственных опытов. За период выращивания сохранность карпа составляла 86 %, белого амура – 90 и белого толстолобика – 83 %, средняя масса рыб в конце опыта соответственно 874, 3419 и 1426 г, среднесуточный прирост массы – 4,1; 16,3 и 6,8 г, общая рыбопродуктивность – 19,61 ц/га. От реализации двухгодовиков рыб прибыль составила 33,4 тыс.

руб., уровень рентабельности – 51,42 %, прибыль на одну рыбу – 7,83 руб.

ВЫВОДЫ

1. Гидрохимические и гидробиологические показатели прудов учебно-опытного хозяйства Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур в течение года были благоприятными для выращивания рыб; изученные показатели соответствовали нормам, предусмотренным для рыбоводных водоемов.

2. Развитие фитопланктона и зоопланктонных организмов в течение вегетационного периода в прудах происходит неодинаково. Биомасса фитопланктона значительно колебалась и в мае составила 5,6 г/м³, июне – 4,9, июле – 8,1, августе – 9,7, в сентябре – 6,8 г/м³. Биомасса зоопланктона в мае составила 12,9 г/м³, июне – 17,4, июле – 15,6, в августе и сентябре снижалась и составила соответственно 8,2 и 4,3 г/м³. В остальные месяцы его количество было значительно меньше.

3. Установлена возможность и целесообразность выращивания растительноядных рыб – белого амура и белого толстолобика в поликультуре с карпом. При совместном выращивании, выживаемость карпа составила 86–89 %, белого амура – 90–91, белого толстолобика – 83–87 %.

4. При выращивании растительноядных рыб в поликультуре с карпом в удобряемых прудах кормлением гранулированными комбикормами двухгодовики белого толстолобика достигают средней массы 1,43–1,50 кг, белого амура – 3,42–

3,53 и карпа – 0,87–0,91 кг. Максимальная масса карпа составила 1,24 кг, белого амура – 4,86, белого толстолобика – 1,93 кг. Общая рыбопродуктивность в поликультуре при этом повышается до 19,61–21,06 ц/га.

5. Экономический эффект от выращивания растительноядных рыб в поликультуре с карпом составил 33,4–36,8 тыс. руб., а на одну рыбу – 7,83–8,33 руб., рентабельность производства товарной рыбы – 51,4–56,1 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фисинин В.И. Новое в кормлении животных: справ. пособие / под общ. ред. В.И. Фисинина, В.В. Калашникова, И.Ф. Драганова, Х.А. Амерханова. – М.: Изд.-во РГАУ – МСХА, 2012. – С. 547–557.
2. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. – М.: Изд.-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
3. Крылов Г.С., Крылова Т.Г. Биологическое обоснование выращивания крупного товарного карпа в нагульных прудах // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 78–79.
4. Рост осетровых рыб в установке замкнутого водоснабжения при использовании новых сухих гранулированных кормов / Ю.М. Баканева, А.Н. Туменов, Н.В. Болонина [и др.] // Зоотехния. – 2011. – № 8. – С. 27–28.
5. Кормление животных / И.Ф. Драганов, Н.Г. Макарецев, В.В. Калашников [и др.] – М.: Изд.-во РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – Т. 11. – С. 330–386.
6. Арюкова В.А., Мунгин В.В. Влияние уровня жира в комбикормах на продуктивность товарного карпа // Зоотехния. – 2013. – № 4. – С. 16–17.
7. Агеец В.Ю. Возможности инновационного развития и научное обеспечение аквакультуры в Республике Беларусь // Рыбоводство и рыбн. хоз-во. – 2016. – № 10. – С. 33–40.
8. Васильев А.А., Кияшко В.В., Маспанова С.А. Резервы повышения рыбопродуктивности // Аграр. науч. журн. – 2016. – № 2. – С. 14.
9. Инновационные кормовые добавки при выращивании молоди рыб / С.И. Кононенко, Н.А. Юрина, Е.А. Максим, Е.В. Чернышов // Изв. Горского гос. аграр. ун-та. – 2016. – Т. 53, № 1. – С. 30–34.
10. Морузи И.В., Пищенко Е.В., Марченко Ю.Ю. Современное состояние и перспективы развития товарного рыбоводства в Новосибирской области // Рыбоводство и рыбн. хоз-во. – 2016. – № 1. – С. 7–12.
11. Виноградов В.К. Перспективы использования поликультуры растительноядных рыб в прудовом рыбоводстве и для рыбохозяйственного освоения водохранилищ, озер и других водоемов // Прудовое рыбоводство СССР. – М., 1968. – С. 126–130.
12. Мартышев Ф.Г. Прудовое рыбоводство. – М.: Высш. шк., 1984. – 375 с.
13. Бекин А.Г. Универсальный рыбоводный пруд // Рыбоводство и рыболовство. – 1999. – № 2. – С. 10–11.
14. Ба М.Л. Эколого-биологическое обоснование выращивания растительноядных рыб в поликультуре с другими объектами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Астрахань, 2004. – 24 с.
15. Койшибаева С.К., Бадрызлова Н.С., Федоров Е.В. Рекомендации по технологии выращивания осетровых рыб в прудах в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана. – Астана: ТОО «КазНИИРХ», 2011. – 41 с.
16. Прудовое рыбоводство Казахстана / Е.В. Федоров, Н.С. Бадрызлова, С.К. Койшибаева, А.В. Убаськин // АгроЭлем. – 2012. – № 09 (28). – С. 28–30.
17. Первичная продукция прудов и ее трансформация при выращивании рыбы в поликультуре / И.В. Морузи, Е.В. Пищенко, Л.А. Осинцева, А.Г. Незавитин, Г.Н. Мисейко // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2, ч.9. – С. 1807–1902.
18. Дьяковская Е.Э., Пищенко Е.В. Морфологические особенности карася реки Колтырак Тогучинского района Новосибирской области // Рыбоводство и рыбн. хоз-во. – 2016. – № 7. – С. 5–9.
19. Лаврентьева Г.М., Авинская Е.В. Реакция фитопланктона мезотрофного озера на введение биогенов // Сб. тр. ГосНИОРХ. – 1985. – Вып. 231. – С. 3.
20. Лаврентьева Г.М., Журавлев Ю.Н. Определение доз минеральных удобрений для повышения рыбопродуктивности озер-питомников без изменения их трофического статуса // Сб. тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 283. – С. 34.
21. Левич А.П., Ревкова Н.В., Булгаков Н.Г. Процесс «потребление – рост» в культурах микроводорослей и потребности клеток в компонентах минерального питания // Экологический прогноз. – М.: Изд.-во МГУ, 1986. – С. 132.

22. *Ивашечкина Н. Б.* Фитопланктон и его продукция в прудах Саратовского рыбопитомника // Сб. тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 277. – С. 14.
23. *Ивашечкина Н. Б.* Фитопланктон и его продукция в прудах Саратовского рыбопитомника // Сб. тр. ГосНИОРХ. – 1988. – Вып. 277. – С. 14.
24. *Тучапская А. Я.* Эффективность совместного применения органических удобрений и культивируемых беспозвоночных для повышения рыбопродуктивности выростных прудов // Рыбогосподарська наука України. – 2014. – № 1. (27). – С. 25–36.

REFERENCES

1. Fisinin, V.I. *Novoe v kormlenii zivotnyh: Sprav. posobie* (New in the feeding of animals: A reference book), 2012, Moscow, Publishing house RGAU, MAAA, pp. 547–557.
2. Shcherbina, M.A. *Kormlenie ryb v presnovodnoj akvakul'ture* (Feeding fish in freshwater aquaculture), 2006, Moscow, Izd., VNIRO, 360 p.
3. Krylov, G.S., *Rybnoe hozjajstvo*, 2008, No. 2, pp. 78–79. (In Russ.)
4. Bakaneva, Yu.M. *Zootekhnj*, 2011, No. 8, pp. 27–28. (In Russ.)
5. Draganov I.F., Makartsev N.G., Kalashnikov V.V. *Kormlenie zivotnyh* (Feeding animals), Vol. 11, Moscow, Izd. RGAU, MSHA im. K.A. Timirjazeva, 2011, pp. 330–386.
6. Aryukova, V.A. *Zootekhnija*, 2013, No. 4, pp. 16–17. (In Russ.)
7. Ageyets, V. Yu. *Rybovodstvo i rybn. hoz-vo*, 2016, No. 10, pp. 33–40. (In Russ.)
8. Vasiliev, A.A. *Agrar. Nauch. zhurn.*, 2016, No. 2, 14 p. (In Russ.)
9. Kononenko, S.I. *Izv. Gorskogo gos. agrar. un.*, 2016, No. 1 (53), pp. 30–34. (In Russ.)
10. Moruzi, I.V. *Rybovodstvo i rybn. hoz-vo*, 2016, No. 1, pp. 7–12. (In Russ.)
11. Vinogradov, V.K. *Prudovoe rybovodstvo SSSR*, 1968, Moscow, pp. 126–130. (In Russ.)
12. Martyshev, F.G. *Prudovoe rybovodstvo* (Pond fish breeding), 1984, Moscow, Higher School, 375 p.
13. Bekin, A.G. *Rybovodstvo i rybn. hoz-vo*, 1999, No. 2, pp. 10–11. (In Russ.)
14. Ba, M.L. *Jekologo-biologicheskoe obosnovanie vyrashhivaniya rastitel'nojadnyh ryb v polikul'ture s drugimi objektami avtoref. dis. ... kand. biol. nauk.* (Abstract of the thesis ... Candidate of Biological Sciences), 2004, Astrahan», 24 p.
15. Koishibaeva, S.K. *Rekomendatsii po tekhnologii vyrashchivaniya osetrovyykh ryb v prudakh v usloviyakh rybovodnykh khozyaistv Kazakhstana* (Recommendations on the technology of growing sturgeon in ponds in conditions of fish farms in Kazakhstan), 2011, Astana, LLP KazNIIRKh, 41 p.
16. Fedorov, E.V. *AgroElem*, 2012, No. 9 (28), pp. 28–30. (In Russ.)
17. Moruzi, I.V., Pishchenko E.V., Osintseva L.A., Nezavitin A.G., Miseiko G.N., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2 (9), pp. 1807–1902. (In Russ.)
18. Dyakovskaya, E.E. *Rybovodstvo i rybn. hoz-vo*, 2016, No. 7, pp. 5–9. (In Russ.)
19. Lavrentieva, G.M. *Reaktsiya fitoplanktona mezotrofnogo ozera na vvedenie biogenov* (The reaction of phytoplankton of the mesotrophic lake to the introduction of biogens), 1985, Collected Works of GosNIORH, Issue 231, 3 p.
20. Lavrentieva, G.M. *Opreделение doz mineral'nykh udobrenii dlya povysheniya ryboproduktivnosti ozer-pitomnikov bez izmeneniya ikh troficheskogo statusa* (Determination of the doses of mineral fertilizers to improve the fish productivity of lakes-nurseries without changing their trophic status), 1988, Collected Works of GosNIORH, Issue 283, 34 p.
21. Levich, A.P. *Ekologicheskii prognoz*, 1986, Moscow, Izd. MGU, 132 p.
22. Ivashechkina, N.B. *Fitoplankton i ego produktsiya v prudakh Saratovskogo rybopitomnika* (Phytoplankton and its products in the ponds of the Saratov fish hatchery), 1988, Collected Works of GosNIORH, Issue 277, 14 p.
23. Ivashechkina, N.B. *Fitoplankton i ego produktsiya v prudakh Saratovskogo rybopitomnika* (Phytoplankton and its products in the ponds of the Saratov fish hatchery), 1988, Collected Works of GosNIORH, Issue 277, 14 p.
24. Tuchapskaya, A. Ya. *Rybogospodar'ska nauka Ukraini*, 2014, No. 1 (27), pp. 25–36.

УДК 636.4.084

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОРБИРУЮЩЕЙ
ПРОБИОТИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ BISOLBI В РАЦИОНАХ СВИНЕЙ
ПРИ ИХ ВЫРАЩИВАНИИ И ОТКОРМЕ**

Ю. В. Семёнова, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

В. Е. Улитко, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель науки РФ

Л. А. Пыхтина, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

О. А. Десятов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Е. В. Савина, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

А. И. Малышева, магистр

А. В. Шуклина магистр

Ключевые слова: молодняк сви-
ней, кормовые добавки, мине-
ральный кремнеземистый поро-
шок, пре- и пробиотики, живая
масса, откорм, мясная продуктив-
ность, качество продукции

Ульяновский государственный аграрный университет
им. П. А. Столыпина, Ульяновск, Россия
E-mail: kormlen@yandex.ru

Реферат. В условиях свинокомплекса СПК им. Н. К. Крупской Мелекесского района Ульяновской области проведено изучение эффективности использования сорбирующей пробиотической кормовой добавки Bisolbi в рационах свиней при их выращивании и откорме. Биопрепарат, состоит из наполнителя – минерально-кремнеземистого порошка диатомита и бактерий пробиотической направленности Bacillus subtilis. Использование его в рационах свиней в дозах 0,5 и 1,0 % от массы комбикорма способствует изменению направленности обмена веществ в сторону улучшения синтеза белка в организме и, как следствие, к достоверному увеличению среднесуточного прироста на 4,94 и 9,19 %, скороспелости свиней при достижении ими живой массы 100 кг на 8 и 19,9 суток и сокращает расход кормов на 1 кг прироста на 0,8 и 1,48 ЭКЕ. У откармливаемых свиней опытных групп происходит более интенсивное нарастание длины туши (на 1,50–2,00 см) и массы тела (на 0,50–2,01 %), уменьшается толщина шпика (на 3,00–5,00 мм), увеличивается площадь мышечного глазка (на 1,62–6,69 %), содержание (мяса на 2,71–6,00 %, $P < 0,05$), а выход сала, костей и сухожилий уменьшается на 3,83–4,70 ($P < 0,05$) и на 0,92–2,65 % соответственно. В составе мяса увеличивается содержание сухого вещества за счет белка (до 20,37–21,09 %). Таким образом, использование кормовой добавки Bisolbi в рационах свиней способствует улучшению количественных и качественных показателей мясной продуктивности с одновременным снижением затрат кормов на прирост живой массы, а также сокращению периода откорма на 8–19,9 суток и повышению рентабельности производства свинины до 18,43–20,62 %. При этом более выраженные изменения названных параметров проявляются у свиней при использовании сорбирующей пробиотической добавки Bisolbi в дозе 1,0 % от массы комбикорма.

**EFFICIENCY OF ABSORBING PROBIOTIC BISOLBI WHEN FEEDING PIGS
AND THEIR FATTENING**

Semenova Iu.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Ulitzko V.E., Dr. of Agricultural Sc., Professor, Merited Scientist of Russia

Pykhtina L.A., Dr. of Agricultural Sc., Professor

Desiatov O.A., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Savina E.V., Candidate of Agriculture, Associate Professor

Malysheva A.I., MSc-student

Shuklina A.V., MSc-student

Stolypin Ulyanovsk State Agrarian University, Ulyanovsk, Russia

Key words: store pigs, feeding additives, mineral siliciferous powder, prebiotics and probiotics, body weight, fattening, meat productivity, production quality.

Abstract. The research was carried out at pig complex (Melekesskiy district of Ulyanovsk region) and investigated efficiency of sorbing probiotic additive *Bisolbi* when feeding pigs, growing and fattening. Biospecimen consists of mineral siliciferous powder and probiotic bacteria *Bacillus subtilis*. Its Biospecimen dosed 0.5 and 1.0% of feedstuff changes the direction of metabolism, improves protein synthesis and increases daily average body weight on 4.94 and 9.19%; it increases pig maturity when their body weight is 100 kg on 8 and 19.9 days and reduces feed consumption pro 1 kg of body weight on 0.8 and 1.48. Fattened pigs of experimental groups have more intensive growth of the carcass (on 1.50-2.00 sm) and body weight (on 0.50-2.01 %), fat depth is reduced on 3.00-5.00 mm, loin eye area is increased on 1.62-6.69%, meat composition on 2.71-6.00 %, $P < 0.05$), output of the fat, bones and tendons reduces on 3.83-4.70 ($P < 0.05$) and on 0.92-2.65 % correspondently. Concentration of dry substance in the meat increases by means of protein (to 20.37-21.09 %). Application of feeding additive *Bisolbi* enhances qualitative and quantitative parameters of meat production, reduces feed costs pro body weight gain, fattening period on 8-19.9 days and increases profitability of pork production up to 18.43-20.62%. All changes mentioned above are mostly observed when feeding pigs with sorbing probiotic *Bisolbi* dosed 1.0%.

Российскими учёными сделан значительный вклад в разработку теории и практики полноценного кормления сельскохозяйственных животных. Однако многие вопросы, касающиеся повышения биологической ценности и продуктивного действия рационов, комбикормов и премиксов в связи с необходимостью более интенсивного использования животных в условиях промышленного содержания, требуют дальнейшего их изучения и совершенствования [1–3].

Уровень реализации генетического потенциала продуктивности свиней сдерживается использованием в рационах комбикормов, рецептура которых основана на местных зерновых кормах, имеющих повышенное содержание тяжёлых металлов, недостаточное количество антиоксидантных веществ, большую микробную контаминацию и заражённость микотоксинами, поскольку такое качество комбикормов резко понижает уровень преобразования в процессе кормления их питательных веществ в вещества живого организма и его продукцию.

В настоящее время интенсивно развивается направление «экобиотехнология», т.е. разработка и использование в практике животноводства пробиотиков и пре-пробиотиков. Эти экологически безопасные препараты способствуют снижению техногенной и микробиологической нагрузки на организм животного в условиях интенсивного производства животноводческой продукции, что позволяет предотвратить развитие многих патологий у животных, а следовательно, и у людей. В связи с этим большой интерес вызывает применение природных минералов и разрабатываемых на их основе новых биопрепаратов, обладающих уникальными ионообменными и сорбционными свой-

ствами, доступностью и дешёвизной [4–13]. Одним из таких препаратов является *Bisolbi*, созданный ООО «Бисолби – Интер» (г. Санкт-Петербург) на основе наполнителя минерального кремнеземистого – порошка диатомита и бактерий пробиотического направления *Bacillus subtilis*. Биологическое действие препарата обеспечивается его высокими адсорбционными свойствами и поверхностной активностью, что позволяет адсорбировать широкий спектр содержащихся в кормах микотоксинов, пестицидов, токсических металлов, радионуклидов и одновременно угнетать развитие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, создавая благоприятные условия для развития в пищеварительном тракте лакто- и бифидобактерий, что в целом обеспечивает снижение токсической нагрузки на организм и одновременно усиливает активность ряда ферментных систем организма животных.

Цель исследований – изучить эффективность использования и установить оптимальную дозу сорбирующей пробиотической кормовой добавки *Bisolbi* в рационах свиней при их выращивании и откорме.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований послужил молодой свиней крупной белой породы. Научно-хозяйственный опыт проводился на базе свиноплекарского СПК им. Н.К. Крупской Мелекесского района Ульяновской области. По принципу аналогов было сформировано три группы свиней по 24 головы в каждой, отобранных с момента отъёма. Опыт продолжался до достижения свињями живой массы 100 кг. Содержание животных всех групп было одинаковым, а кормление проводили по детализи-

рованными нормам [14]. Различия в их кормлении заключались в уровне биопрепарата Bisolbi в рационах 2-й и 3-й подопытных групп, где его скармливали в дозах соответственно 0,5 и 1,0% от массы комбикорма. Животные контрольной группы (1-й) получали основной рацион.

Изменение живой массы свиней контролировали ежемесячно путём индивидуального их взвешивания утром до кормления два дня подряд. По этим данным вычисляли абсолютный прирост и энергию роста. Для более глубокого изучения влияния кормовой добавки Bisolbi в рационах откормочных свиней был проведён убой четырех голов из каждой группы с последующей обвалкой их туш. По данным контрольного убоя учитывали предубойную живую массу и убойный выход свиней, определяли массу туши, длину туши, толщину шпика, площадь мышечного глазка. Морфологический состав туши определяли по данным обвалки охлаждённых в течение 24 ч туш по схеме, принятой в колбасном производстве. В длиннейшем мускуле

спины определяли содержание воды, белка, жира и золы по общепринятым методикам.

Цифровой материал исследований обработан статистически по методикам, изложенным Н. А. Плохинским [15] и с помощью пакета программ Microsoft Office Excel 2003.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Живая масса свиней – общепризнанный комплексный показатель, характеризующий степень развития организма животных в период онтогенеза. Включение в рационы свиней биопрепарата Bisolbi в период выращивания и откорма оказало положительное влияние на абсолютную и относительную скорость их роста (табл. 1). При практически одинаковой постановочной живой массе поросят сравниваемых групп (11,20–11,24 кг) интенсивность их роста в период выращивания была различной. Так, у подсвинков контрольной группы среднесуточный прирост был на уровне 258,80 г, а у животных опытных групп, рационы которых обогащали био-

Таблица 1

Изменение живой массы и скорости роста свиней (в среднем 1 головы)
Changes in body weight and growth rate of pigs (on average 1 animal)

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-опытная
1	2	3	4
Живая масса, кг			
при постановке на опыт	11,20±0,17	11,24±0,18	11,22±0,18
при постановке на откорм	27,24±0,47	28,44±0,47	29,16±0,48
% к контрольной группе	-	104,40	107,05
Прирост за период выращивания			
абсолютный, кг	16,04±0,46	17,20±0,42	17,94±0,52**
% к контрольной группе	-	107,23	111,84
среднесуточный, г	258,80±7,42	277,40±6,78	289,40±8,36**
% к контрольной группе	-	107,19	111,82
относительный, %	83,45	86,69	88,85
Живая масса при снятии с опыта, кг	102,88±1,48	107,5±1,09*	111,35±1,00***
% к контрольной группе	-	104,49	108,23
Возраст достижения живой массы 100 кг, сут	234,8	226,8	214,9
По отношению к 1-й группе срок сокращения периода откорма, сут	-	8	19,9
Прирост за период откорма			
абсолютный, кг	75,64±1,36	79,06±1,13	82,19±0,87***
% к контрольной группе	-	104,52	108,66
среднесуточный, г	528,60±9,52	552,60±7,94	573,90±6,13
% к контрольной группе	-	104,54	108,60
относительный, %	116,26	116,31	116,99
Прирост за период опыта			
абсолютный, кг	91,68±1,47	96,26±1,08*	100,13±1,05***
% к контрольной группе	-	105,00	109,22
среднесуточный, г	447,20±7,19	469,30±5,26*	488,30±5,13***
% к контрольной группе	-	104,94	109,19
относительный, %	160,73	162,14	163,35

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Затраты на 1 кг прироста ЭКЕ	6,22	5,92	5,69
кормовых единиц, кг	3,38	3,21	3,09
переваримого протеина, г	356,62	339,65	326,52
На 100 ЭКЕ получено прироста, кг	16,08	16,88	17,56

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

препаратом, приросты были на 7,19 (2-я группа) и 11,82% (3-я группа) больше. Если за весь период откорма контрольные свиньи ежедневно увеличивали живую массу на 447,2 г, то подопытные 2-й и 3-й групп соответственно на 469,30 г (P<0,05), или 4,94%; и на 488,30 г, или 9,19% (P<0,001) больше. Аналогичная закономерность прослеживается и в изменении величины относительной скорости роста животных сравниваемых групп. Следует также отметить, что включение биопрепарата Bisolbi в рационы свиней позволило увеличить их скороспелость (возраст достижения живой массы 100 кг) на 8,0–19,9 суток по сравнению с контрольными.

Свиньи опытных групп имели более высокий валовой прирост и меньшие затраты кормов на единицу прироста массы вследствие лучшего использования ими питательных веществ рационов. Животные этих групп на 100 ЭКЕ потребляемого корма дали соответственно 16,88–17,56 кг прироста живой массы, тогда как их контрольные аналоги, получавшие рацион без

кормовой добавки Bisolbi (1-я группа), дали 16,08 кг прироста, или на 4,74 и 8,43% меньше.

Для изучения мясной продуктивности подопытных свиней по достижении ими живой массы 100 кг был проведен контрольный убой 4 голов из каждой группы с последующей обвалкой, анализом морфологического состава туш и некоторых химических показателей мышечной ткани. Результаты контрольного убоя свидетельствуют о положительном влиянии добавления в рационы животных препарата Bisolbi (табл. 2) на откормочные и мясные качества, что в значительной степени обусловлено интенсивностью их роста.

Так, в группах свиней, рационы которых обогащали биопрепаратом, отмечались более высокая энергия роста во время откорма, лучшие показатели убоя. При одинаковой предубойной живой массе убойный выход у свиней этих групп был на 0,41–1,33% больше, чем у животных контрольной группы (69,44%). Следует отметить, что длина туши у сви-

Таблица 2

Результаты контрольного убоя свиней
Results of control slaughter

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-опытная
Предубойная масса, кг	100,25±0,78	100,00±0,54	100,00±1,06
Масса парной туши, кг	67,00±0,73	67,35±0,52	68,35±0,57
Выход туши, %	66,83±0,34	67,34±0,16	68,11±0,49
Масса внутреннего жира, кг	2,62±0,13	2,49±0,14	2,41±0,13
Выход внутреннего жира, %	2,61±0,12	2,49±0,15	2,41±0,12
Убойная масса, кг	69,62±0,83	69,85±0,51	70,76±0,61
Убойный выход, %	69,44±0,43	69,85±0,16	70,77±0,37*
Длина туши, см	98,25±0,75	99,75±0,63	100,25±0,85
Толщина шпика, мм	38,50±0,87	35,50±0,64*	33,50±0,64**

ней 2-й и 3-й опытных групп по сравнению с контрольной была на 1,50 и 2,00 см больше, а толщина шпика на 3,00 (P<0,05) и 5,00 (P<0,01) мм меньше.

Непосредственным выражением мясной продуктивности свиней является соотношение в туше мышечной, жировой и костной тканей. Данные морфологического состава туш (табл. 3) убеждают, что обогащение зерносмеси биопрепаратом Bisolbi положительно повлияло на соотношение съедобных и несъедобных частей туш свиней. Количество мяса и шпика

в тушах составило: в контрольной группе – 56,69 кг, или 85,26%, во 2-й опытной – 57,10 кг, или 85,46%, и в 3-й опытной – 58,25 кг, или 85,92%. В туше свиней опытных групп содержание мяса было больше на 1,32 (P<0,05) и 2,36% (P<0,01) при меньшем количестве сала на 1,12 и 1,70% (P<0,05) соответственно. Достоверных различий по содержанию костей и сухожилий установлено не было. Площадь «мышечно-го глазка», характеризующая мясность туш, у свиней

Морфологический состав туш
Morphological composition of carcasses

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-опытная
Масса охлажденной туши, кг	66,50±0,70	66,82±0,53	67,80±0,56
Масса мяса, кг	39,45±0,69	40,52±0,45	41,82±0,50*
Выход мяса,%	59,32±0,50	60,64±0,20*	61,68±0,25**
Масса сала, кг	17,24±0,22	16,58±0,05*	16,43±0,23*
Выход сала,%	25,94±0,52	24,82±0,22	24,24±0,23*
Масса костей и сухожилий, кг	9,81±0,18	9,72±0,10	9,55±0,20
Выход костей и сухожилий,%	14,74±0,14	14,54±0,09	14,08±0,37
Выход на 1 кг костей и сухожилий, кг			
мяса	6,05	6,24	6,46
сала	1,76	1,71	1,72
Площадь «мышечного глазка», см ²	33,93±0,78	34,48±0,51	36,20±0,87

опытных групп превосходила контрольных на 1,62 (2-я группа) и 6,69% (3-я группа).

Таким образом, у животных опытных групп происходит более интенсивное нарастание массы туши за счет наиболее ценной её части – мышечной ткани. Это нашло свое отражение и в выходе мяса на 1 кг костей и сухожилий из туш свиней 2-й и 3-й опытных групп, которое на 3,14 и 6,78% больше, чем в тушах свиней контрольной группы (6,05 кг). При этом выход сала на 1 кг костей и сухожилий из туш свиней опытных групп был меньше на 2,84 и 2,27%, чем в контроле.

Анализ длиннейшего мускула спины показал, что применяемый препарат способствовал улучшению качества мяса (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав длиннейшего мускула спины
подопытных свиней,%
Chemical composition of the longest spine muscle of
experimental pigs, %

Показатель	Группа		
	1-я контрольная	2-я опытная	3-опытная
Общая влага	75,34±1,21	74,24±0,67	73,62±0,72*
Белок	18,24±0,37	19,37±0,48	20,09±0,56*
Жир	5,37±0,14	5,32±0,16	5,20±0,04
Зола	1,06±0,01	1,07±0,02	1,09±0,01*

Так, в мясе свиней опытных групп в сравнении с контрольной произошло уменьшение содержания воды и увеличение сухого вещества в основном за счёт накопления в нем белка при незначительной тенденции к уменьшению содержания жира и практически одинаковом количестве золы. Если в мясе свиней контрольной группы воды содержалось 75,34%, белка – 18,24 и жира – 5,37%, то соответственно в мясе свиней 2-й группы – 74,24; 19,37 и 5,32; 3-й – 73,62; 20,09 и 5,20%. Улучшение

качества мяса свиней опытных групп за счёт уменьшения в его составе воды, отчасти жира и увеличения – белка согласуется с уровнем белкового обмена и позволяет предполагать, что активизация синтеза белка в мышечной ткани сопровождается угнетением депонирования в ней липидов.

При расчете экономической эффективности использования биопрепарата Bisolbi в рационах свиней установлено, что прибыль на одну голову составила во 2-й группе 1712,00 руб. при уровне рентабельности 18,43% и в 3-й группе – 1880,24 руб. при уровне рентабельности 20,62%, что значительно больше, чем в контрольной группе (1461,12 руб. и 15,32%).

Итак, результаты исследований позволяют утверждать, что обогащение зерносмеси биопрепаратом Bisolbi в разных дозах способствует увеличению интенсивности роста свиней, нарастанию массы туши за счет наиболее ценной её части – мышечной ткани, увеличению содержания белка в мясе и уменьшению содержания жира. Иначе говоря, увеличение массы подопытных свиней, наблюдаемое при включении в их рацион биопрепарата Bisolbi обуславливается продолжением, особенно при использовании его в дозе 1%, его «метаболической молодости», в силу чего в мясе и уменьшается содержание жира, и увеличивается накопление белков. Свиньи этих групп, в отличие от контрольной, продолжали интенсивно расти, а не «нажировываться», что и обеспечило лучшую конверсию корма, т.е. меньшей расход его на 1 кг прироста жировой массы. При этом более выраженные изменения названных параметров проявляются у свиней при использовании сорбирующей пробиотической добавки Bisolbi в дозе 1,0% от массы от комбикорма.

ВЫВОДЫ

1. Использование в рационах свиней сорбирующего биопрепарата Bisolbi в дозах 0,5 и 1,0% от массы комбикорма способствует увеличению среднесуточного прироста на 4,94 и 9,19%, скороспелости свиней при достижении ими живой массы 100 кг на 8 и 19,9 суток и сокращает расход кормов на 1 кг прироста на 0,8 и 1,48 ЭКЕ.

2. Включение в рацион свиней биопрепарата Bisolbi способствует более интенсивному нарастанию массы (на 0,5–2,01%) и длины туши (на 1,50–2,00 см), уменьшению толщины шпика

(на 3,00–5,00 мм), возрастанию площади «мышечного глазка» (на 1,62–6,69%), содержания мяса в туше (на 2,71–6,00%, $P < 0,05$), а выход сала, костей и сухожилий уменьшается на 3,83–4,70 ($P < 0,05$) и 0,92–2,65% соответственно.

3. Использование кормовой добавки в рационах свиней улучшает качество мяса – увеличивает содержание сухого вещества за счет белка (до 20,37–21,09%).

4. Более выраженные изменения названных параметров проявляются у свиней при использовании в рационах сорбирующей пробиотической добавки Bisolbi 1,0% от массы от комбикорма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Улитко В.Е. Инновационные подходы в решении проблемных вопросов в кормлении сельскохозяйственных животных // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 4 (28). – С.136–147.
2. Биодобавки нового поколения в системе оптимизации питания и реализации биоресурсного потенциала животных: монография / В.Е. Улитко, Л.А. Пыхтина, О.А. Десятов [и др.]. – Ульяновск, 2015. – 512 с.
3. Улитко В.Е. Проблемы новых типов кормления коров и пути их решения // Зоотехния. – 2014. – № 8. – С. 2–5.
4. Семёнова Ю.В., Улитко В.Е. Оптимизация физиолого-биохимического статуса организма свиней при использовании в их рационах кормовых биодобавок как средство повышения их мясной продуктивности // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Ульянов. ГСХА им. П.А. Столыпина. – Ульяновск, 2015. – Т. 1. – С. 47–51.
5. Десятов О.А., Лифанова С.П., Пыхтина Л.А. Морфо-биохимические показатели крови и молочная продуктивность коров при использовании в их рационах препарата «Биокоретрон-форте» / Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. образованию кафедр кормления с.-х. животных; физиологии, биотехнологии и ветеринарии и 15-летию кафедры ихтиологии и рыбоводства УО БГСХА. – Брянск, 2011. – С. 72–76.
6. Корниенко А.В., Улитко В.Е., Савина Е.В. Эффективность использования кормовых добавок коретрон и биокоретрон в рационах супоросных и подсосных свиноматок // Зоотехния. – 2014. – № 8. – С. 15–17.
7. Ноздрин Г.А., Шевченко А.И., Диганов А.И. Мясная продуктивность индеек-бройлеров при введении в рацион пробиотика Ветом 1.1, препарата «Сел-Плекс» и их сочетания //Междунар. вестн. ветеринарии. – 2009. – № 1. – С. 32–36.
8. Эффективность использования кормовой добавки Bisolbi при выращивании цыплят-бройлеров / В.Е. Улитко, Л.А. Пыхтина, О.А. Десятов [и др.] //Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2017. – С. 105–111.
9. Резервирование и использование питательных веществ свиноматками при обогащении их рационов пре-пробиотической добавкой Bisolbi / В.Е. Улитко, Л.А. Пыхтина, Ю.В. Семёнова [и др.] // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2017. – С. 99–104.
10. Профилактическая и ростостимулирующая эффективность жидких форм ветомов при применении их новорожденным телятам / Г.А. Ноздрин, А.Г. Ноздрин, А.Б. Иванова [и др.]. // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 60–62.

11. Семёнова Ю. В., Улитко В. Е., Маслова Т. А. Оптимизация липидного обмена свиней посредством использования в их рационах кормовых добавок // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 1 (33). – С. 128–131.
12. Ульянова М. В., Улитко В. Е., Десятов О. А. Экологическая чистота мяса карпа при использовании пре-пробиотической добавки «Биокоретрон-форте» // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 2 (34). – С. 164–167.
13. Корниенко А. В., Пыхтина Л. А., Савина Е. В. Эмбриональный и постэмбриональный рост и сохранность приплода свиноматок при использовании в рационе пробиотических и сорбирующей пре-пробиотической добавок // Вестн. Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 2 (34). – С. 131–135.
14. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / под. ред. А. П. Калашникова, В. И. Фисинина, В. В. Щеглова [и др.]. – М., 2003. – 456 с.
15. Плохинский Н. А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 377 с.

REFERENCES

1. Ulit'ko V.E., *Vestn. Ul'yanov. gos. s., kh. akad.*, 2014, No. 4 (28), pp.136–147. (In Russ.)
2. Ulit'ko V.E., Pykhtina L.A., Desyatov O.A., Semenova Yu.V., Savina E.V., Lifanova S.P., Erisanova O.E., Ignatov A.L., Kornienko A.V., Sten'kin N.I. *Biodobavki novogo pokoleniya v sisteme optimizatsii pitaniya i realizatsii bioresursnogo potentsiala zhivotnykh* (Supplements new generation in the system power optimization and implementation of the bio-resource potential of the animals), Monografiya. Ulyanovsk, 2015, 512 p. (In Russ.)
3. Ulit'ko V.E. *Zootekhnika*, 2014, No. 8, pp. 2–5. (In Russ.)
4. Semenova Yu.V., Ulit'ko V.E. *Fundamental'nye i prikladnye problemy povysheniya produktivnosti zhivotnykh i konkurentosposobnosti produktsii zhivotnovodstva v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh APK RF* (Fundamental and applied problems of improving animal productivity and competitiveness of livestock products in the current economic conditions of the APC RF), Proceedings of the Conference, Ulyanovsk state agricultural Academy. P.A. Stolypin, Ulyanovsk, 2015, Vol. 1. pp. 47–51. (In Russ.)
5. Desyatov O.A., Lifanova S.P., Pykhtina L.A. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva* (Actual problems of intensive development of animal husbandry) Proceedings of the Conference, Bryansk, 2011, pp. 72–76. (In Russ.)
6. Kornienko A.V., Ulit'ko V.E., Savina E.V., *Zootekhnika*, 2014, No. 8, pp. 15–17. (In Russ.)
7. Nozdrin G.A., Shevchenko A.I., Diganov A.I. *Mezhdunarodnyi vestnik veterinarii*. 2009, No. 1, pp. 32–36. (In Russ.)
8. Ulit'ko V.E., Pykhtina L.A., Desyatov O.A., Aritkin A.G., Savina E.V., Semenova Yu.V. *Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ikh resheniya* (Agrarian science and education at the present stage of development: experience, problems and ways of solution) Proceedings of the materials of the VIII Intern. scientific. pract. conf., Ulyanovsk, 2017, pp. 105–111. (In Russ.)
9. Ulit'ko V.E., Pykhtina L.A., Aritkin A.G., Savina E.V., Desyatov O.A., Kornienko A.V., Semenova Yu.V. *Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ikh resheniya* (Agrarian science and education at the present stage of development: experience, problems and ways of solution) Proceedings of the materials of the VIII Intern. scientific. pract. conf., Ulyanovsk, 2017, pp. 99–104. (In Russ.)
10. Nozdrin G.A., Nozdrin A.G., Ivanova A.B., Lelyak A.I., Lelyak A.A. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No.10. pp. 60–62. (In Russ.)
11. Semenova Yu.V., Ulit'ko V.E., Maslova T.A. *Vestn. Ul'yanov. gos. s. kh. akad*, 2016, No. 1 (33), pp. 128–131. (In Russ.)
12. Ul'yanova M.V., Ulit'ko V.E., Desyatov O.A. *Vestn. Ul'yanov. gos. s. – kh. akad*, 2016, No. 2 (34), pp. 164–167. (In Russ.)
13. Kornienko A.V., Pykhtina L.A., Savina E.V. *Vestn. Ul'yanov. gos. s.kh. akad*. 2016, No. 2 (34), pp. 131–135. (In Russ.)
14. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V., Kleimenov N.I. *Normy i ratsiony kormleniya sel'skokhozyaistvennykh zhivotnykh* (Norms and rations of feeding of agricultural animals) Moscow, 2003, 456 p. (In Russ.)
15. Plokhinskii N.A. *Biometriya* (Biometrics), Moscow, Moscow state University, 1970, 377 p. (In Russ.)

УДК 636.5:636.084.1

**ПРИРОДНЫЕ МИНЕРАЛЫ ХАКАСИИ В КОРМЛЕНИИ
МЯСНОГО МОЛОДНЯКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ**

А. Л. Сидорова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

И. Я. Строганова, доктор биологических наук, профессор

А. С. Кашин, доктор ветеринарных наук,
профессор

В. А. Колесников, доктор биологических наук, профессор

Ключевые слова: бентониты, индюшата, бройлеры, продуктивность, мясо, экономическая эффективность, оптимальная доза

Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

E-mail: vet@ngs.ru

Реферат. Представлены данные научно-хозяйственных опытов по применению бентонитов в качестве источника макро- и микроэлементов в кормлении мясного молодняка птицы. Объектом исследований были бентониты месторождения «10-й Хутор» Республики Хакасия, индюшата кросса Хайбрид (Hybrid) и цыплята-бройлеры кросса Hubbard ISA F15. В научно-хозяйственных опытах участвовали контрольная группа и три опытные группы индюшат, контрольная и пять опытных групп бройлеров. В рационах мясных индюшат бентониты использовали в дозах 1–3 % вместо основного комбикорма, в рационах цыплят-бройлеров – 1–4 % бентонитов как добавку к комбикорму, 5-я опытная группа имела свободный доступ к бентониту. Благодаря комплексу минеральных элементов и адсорбционным свойствам бентониты оказали положительное влияние на скорость роста молодняка, его жизнеспособность, качество мяса. При дозе бентонитов 2 % живая масса индеек увеличилась на 23,9 %, индюков – на 7,6, бройлеров – на 5,0 % при 100-й сохранности поголовья, убойный выход – на 2,9; 10,4 и 1,8 % соответственно, повысилась пищевая ценность мяса, о чем свидетельствуют мясной и мясокостный индексы. При использовании бентонитов в качестве минеральной кормовой добавки в организме индюшат и бройлеров нормализовался фосфорно-кальциевый обмен. Отсутствие в крови птиц кетоновых тел свидетельствует о нормальном белковом и липидном обмене. Бентониты в дозе 2 % обеспечивают более высокую рентабельность производства мяса молодняка птицы: 46,6 % при выращивании индеек, 37,7 – индюков, 32,7 % – бройлеров.

NATURAL MINERALS OF KHAKASSIA WHEN FEEDING MEAT YOUNG POULTRY

Sidorova A.L., Dr. of Agricultural Sc., Professor

Stroganova I.Ia., Dr. of Biological Sc., Professor

Kashin A.S., Dr. of Veterinary Sc., Professor

Kolesnikov V.A., Dr. of Biological Sc., Professor

Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Key words: bentonites, turkey poult, broilers, productivity, meat, efficiency, efficient dose.

Abstract. The paper explores the data of economic experiments on applying betonites as a source of macro- and microelements in feeding young poultry. The object of research was betonites at 10th Khutor area of the Republic of Khakassia, turkey poult of Hybrid cross and Hubbard ISA F15 cross broiler chickens. The researchers arranged a control group and three experimental ones of turkey poult, and a control group and five experimental ones of broiler chickens. The researchers applied betonites dosed 1–3% in feeding turkey poult instead of the main feedstuff; 1–4% of betonites as an additive to the feedstuff when feeding broiler chickens; 5th experimental group had free access to betonites. Due to mineral elements and adsorption properties, betonites influenced positively young poultry growth, its livability and meat quality. Betonites dosed 2% increased body weight of turkey on 23.9%, turkey poult – on 7.6 %, and broiler chickens – on 5.0 %. At the same time the authors observed 100 % poultry livability, slaughter

yield increase on 2.9; 10.4 and 1.8% correspondently. Meat nutritional value has increased according to meat and meat-and-bone indexes. Application of betonites as a mineral feeding additive in the organism of turkey poults and broiler chickens contributed to better phosphoric and calcium metabolism. The lack of ketone bodies in the poultry blood speaks about good protein and lipid metabolism. Bentonites dosed 2% provide higher profitability of poultry meat: 46.6% when growing turkeys, 37.7 – turkey males and 32.7% – broiler chickens.

Развитие мясного птицеводства остается одной из актуальнейших задач агропромышленного комплекса страны. Мясо птицы является высокопитательным и диетическим продуктом. Мясо цыплят-бройлеров содержит протеина 20–21%, а мясо индеек по содержанию протеина (24% и более) превосходит все виды мяса животных и птицы.

Необходимым условием интенсификации выращивания молодняка птицы является организация полноценного кормления, важнейшим элементом которого является минеральное питание.

При недостатке минеральных веществ у птицы деформируется костяк, ухудшается оперение, снижаются воспроизводительные характеристики, повышается чувствительность к заболеваниям [1].

Минеральные вещества входят в состав всех органов и тканей организма и играют большую роль в процессах обмена веществ. Многие из макро- и микроэлементов выполняют биологическую функцию по поддержанию защитных механизмов и активности иммунной системы.

Из макроэлементов в кормлении животных и птицы наибольшее значение имеют кальций и фосфор. Традиционными источниками кальция и фосфора являются костная мука, мел, ракушка, известняки, кормовые фосфаты. При этом единственным источником кальция могут быть известняки. В соответствии с требованиями стандарта, для кормления птицы пригодны известняки с содержанием кальция не менее 34%.

Известняки Таджикистана содержат кальция 38,3–39,4% и обеспечивают такую же продуктивность несушек, как и завозимое сырье. Введение местного известняка до уровня кальция в рационе 3,5% позволяет повысить сохранность кур на 2%, яйценоскость на среднюю несушку на 6,4%, снизить затраты корма на единицу продукции на 5,8% [2].

Для восполнения дефицита кальция и фосфора используют фосфаты. Среди фосфатов из Хаджохского известняка Республики Адыгея высокую биологическую активность имеет трикальцийфосфат. При введении в корм бройлерам 2% трикальцийфосфата повышается депонирование кальция в костях бройлеров на 1,5, а фосфора на 1,1% по сравнению с кормом, где в качестве ми-

неральных веществ использовали мел и ракушку. Благодаря высокой биологической активности трикальцийфосфат положительно влияет на интенсивность роста, жизнеспособность цыплят, мясные качества [3].

Одним из значимых макроэлементов для жизнедеятельности птицы является магний. Добавка карбоната магния оказывает положительное действие на морфологические показатели куриных яиц, препятствует кислотному распаду липидов желтка при хранении. Оптимальной добавкой карбоната магния является 80 мг/100 г комбикорма [4].

Из 10 необходимых микроэлементов особую группу составляют незаменимые микроэлементы (железо, медь, марганец, цинк, йод, фтор, селен), регулярное поступление которых с кормом и водой абсолютно необходимо для нормальной жизнедеятельности птицы. При воздействии различных отрицательных технологических факторов у мясного молодняка птицы возникает дефицит витаминов и микроэлементов, для устранения негативных последствий которого применяют различные витаминно-минеральные добавки.

Селен интенсивно влияет на белковый, углеводный и липидный обмен. При поступлении в организм в небольших дозах он обладает иммуностимулирующим эффектом: ускоряет синтез антител, повышает устойчивость к вирусным и микробным инфекциям, усиливает фагоцитоз. Источником селена и витамина Е является растворимый в воде препарат Селемаг-О®. При выпаивании препарата бройлерам с первых дней жизни (1 мл/100 л воды) приросты живой массы и сохранность поголовья улучшились в среднем на 3,5% по сравнению с контролем. Сделан вывод, что незначительные затраты на препарат дают ощутимый экономический эффект [5].

Витаминно-минеральная добавка Продактив E/Se/Zn включает витамин Е, селен и органический цинк. При выпаивании Продактива E/Se/Zn 1 л/2000 л воды установлено увеличение живой массы и сохранности бройлеров за счет хорошей усвояемости и биодоступности нутриентов, улучшение органолептических показателей мяса и бульона [6].

Содержание витаминов и минеральных веществ в кормах зависит от почвенно-климатических условий, поэтому рационы для птицы могут быть дефицитными по данным веществам. Для устранения дефицита вводят в комбикорм гарантированные добавки витаминов и микроэлементов в виде солей различных химических соединений без учета содержания их в кормах. При этом общее содержание питательных веществ в кормовой смеси не отражает истинную биологическую ценность рационов по причине низкой усвояемости химических элементов из солей.

Перспективным направлением совершенствования минерального питания птицы является использование природных минералов из-за сравнительно невысокой их стоимости.

Месторождения природных минералов имеются во многих регионах России. Различаются они по химическому составу, характеризуются уникальными ионообменными, молекулярно-ситовыми, адсорбционными свойствами, благодаря чему используются в кормлении птицы как источник макро- и микроэлементов, как сорбенты тяжелых металлов, эндотоксинов, микотоксинов [7–10].

В последние годы все более пристальное внимание привлекают бентониты, которые компенсируют минеральную недостаточность кормовых рационов. В рационах цыплят-бройлеров и кур-несушек бентониты обеспечивают увеличение продуктивности, воспроизводительной способности птицы, качественных характеристик яиц и мяса [11–13], большее отложение в мышечной ткани зольных элементов [11].

Имеются сведения, что продуктивное действие добавок бентонитов обусловлено активизацией ферментов слизистой оболочки кишечника, расщепляющих питательные вещества кормов и тем самым обеспечивающих их большую переваримость и усвояемость [14, 15].

Новым научным направлением является изучение сорбционных свойств наноразмерных бентонитов и возможности их использования в качестве кормовых добавок. Установлено, что в результате модификации бентонита до размера частиц 2–6 мкм его удельная поверхность повышается на 7,2% и достигает 1912,05 м²/г. Модифицированный бентонит в отличие от обычного хорошо сорбирует кадмий и свинец в диапазоне рН 2,0–8,0 [16].

Применение кормовых добавок наноразмерного бентонита в дозах 0,6; 1,8 и 3,0% к сухому веществу рациона цыплят-бройлеров способствует уменьшению количества солей кадмия и свинца

в белом и красном мясе. При дозе 3,0% содержание кадмия снизилось соответственно на 66,7–63,2%, свинца – на 64,3–59,1% в сравнении с контрольной птицей. Минимальная доза наноразмерного бентонита (ОР + 0,6%) способствует большему отложению минеральных веществ в мясе и более эффективна по сравнению с дозой порошкового бентонита 3,0% к основному рациону [17, 18].

Для оптимизации минерального питания современная наука предлагает большое количество минеральных добавок различной природы. Балансировать рационы по макро- и микроэлементам необходимо с учетом химического состава кормов и природных минеральных добавок из местных сырьевых ресурсов.

Республика Хакасия относится к региону с дефицитом минеральных элементов в почве, а следовательно, и в кормах. Недостаток в почве меди, цинка, кобальта, никеля достигает 20–50% и более. Поэтому актуальной проблемой птицеводства этого региона является изыскание, апробация и внедрение в практику кормления минеральных добавок из местных сырьевых ресурсов. Одной из таких добавок могут быть бентониты месторождения «10-й Хутор» Республики Хакасия.

Цель исследований – экспериментально обосновать использование бентонитов месторождения «10-й Хутор» Республики Хакасия в кормлении мясных индюшат и бройлеров, определить экономическую эффективность производства мяса для установления оптимальной дозы природной добавки.

Исследования по оценке бентонитов месторождения «10-й Хутор» в кормлении птицы ранее не проводились, что определило актуальность и новизну темы научных исследований.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствии с целью и задачами работы объектами исследований были бентониты хакасского месторождения «10-й Хутор», индюшата кросса Хайбрид (Hybrid) и цыплята-бройлеры кросса Hubbard ISA F15. Научно-хозяйственные опыты проведены на птицефабрике «Сибирская Губерния» Республики Хакасия.

По данным ОАО «Хакасский бентонит», концентрация обменных катионов в 100 г сухой глины очень высокая и находится в пределах 57,2–66,3 мг-экв. Влажность порошкового бентонита не превышает 10%.

Химический состав и свойства бентонитов изучены в Центральной аналитической лаборатории Российской академии сельскохозяйственных наук (г. Москва). Тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, мышьяк, фтор) содержатся в следовых количествах и практического значения не имеют. В состав бентонитов этого месторождения входят такие необходимые живому организму элементы, как кальций, сера, магний, железо, кобальт, медь, цинк, марганец и многие другие. Запах, вкус отсутствуют. Патогенные организмы не обнаружены.

На основании физико-химического анализа сделано заключение о возможности использования хакасских бентонитов в качестве экологически чистой минеральной железо-серио-кобальто-

вой кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птиц, а также как высокоэффективно-го адсорбента влаги, газов, ядов и токсинов.

В исследованиях участвовали восемь групп суточных индюшат (4 группы индеек и 4 группы индюков) по 50 голов в каждой группе и шесть групп цыплят-бройлеров суточного возраста по 60 голов в каждой группе. Бройлеров выращивали без разделения по полу.

Порошкообразный бентонит размешивали с основным комбикормом и раздавали вручную: индюшатам опытных групп с суточного возраста и до конца выращивания, бройлерам – с 5- до 42-суточного возраста. Способ и дозы введения бентонитов в кормовую смесь представлены в табл. 1.

Таблица 1

Схема исследований
Research matrix

Группа	Индюшата	Бройлеры
Контрольная	Основной рацион (ОР)	Основной рацион (ОР)
1-я опытная	99% ОР + 1% бентонитов	ОР + 1% бентонитов
2-я опытная	98% ОР + 2% бентонитов	ОР + 2% бентонитов
3-я опытная	97% ОР + 3% бентонитов	ОР + 3% бентонитов
4-я опытная	–	ОР + 4% бентонитов
5-я опытная	–	ОР + свободный доступ к бентонитам

Индеек выращивали 93 суток, индюков – 147, бройлеров – 42. Индюшат и бройлеров выращивали на глубокой подстилке. Основные технологические параметры были одинаковы для молодняка всех групп и соответствовали руководству по выращиванию птицы каждого вида.

Действие бентонитов на продуктивные качества молодняка изучали с помощью зоотехнических, биохимических методов исследований по общепринятым методикам. Пробы крови исследованы в ГУ РХ Хакасская ветеринарная лаборатория.

Полученные экспериментальные данные обработаны методами вариационной статистики

с использованием программы Microsoft Office Excel. Достоверность различий между группами определена по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Главный признак, определяющий количество мяса, – это живая масса. Кроме того, живая масса характеризует здоровье птицы. Влияние минеральной подкормки на скорость роста и сохранность поголовья индюшат представлено в табл. 2.

При замене части комбикорма бентонитами содержание питательных веществ в рационе

Таблица 2

Продуктивные качества индюшат при включении в их рационы хакасских бентонитов
Productive properties of turkey poults when including Khassian betonites in their feeds

Показатель	Группа			
	контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
<i>Индейки</i>				
Живая масса перед убоем, г	6264,0±12,7	7828,0±19,2***	7760,0±27,5***	6468,0±43,1**
Сохранность поголовья, %	98,0	100	100	100
<i>Индюки</i>				
Живая масса перед убоем, г	17636,0±68,8	18032,0±86,8	18968,0±63,0***	17480,0±57,1
Сохранность поголовья, %	96,0	100	100	100

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

уменьшилось, однако это не сказалось отрицательно на здоровье и энергии роста молодняка.

Продуктивное действие бентонитов выразилось в 100-й сохранности поголовья и увеличении живой массы молодняка. Из данных табл. 2 видно, что в конце выращивания живая масса индеек 1-й опытной группы больше, чем индеек контрольной группы, на 25,0%, 2-й – на 23,9, живая масса индюков 1-й и 2-й

опытных групп превысила живую массу индюков контрольной группы соответственно на 2,2 и 7,6%.

У индюков увеличение дозы бентонитов до 3% сопровождалось уменьшением живой массы на 0,9% по сравнению с контролем.

Установлено положительное влияние минеральной подкормки на продуктивность бройлеров (табл. 3).

Таблица 3

Зоотехнические показатели выращивания бройлеров
Livestock parameters when growing broiler chickens

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Живая масса перед убоем, г	2020,0±5,7	2040,0±6,7*	2122,0±6,2***	2076,0±7,8***	2050,0±8,2**	2028,0±7,1
Сохранность поголовья, %	98,3	100	100	100	98,3	96,7
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	2,12	2,07	1,88	1,96	2,03	2,10
ЕИП, ед.	223,0	234,6	268,7	252,2	236,4	222,3

Комплексным показателем эффективности выращивания бройлеров является европейский

индекс продуктивности (ЕИП), рассчитанный по формуле

$$\text{ЕИП} = \frac{\text{Живая масса, кг} \times \text{Сохранность поголовья, \%}}{\text{Затраты корма на 1 кг} \times \text{Срок выращивания, сут}} \times 100.$$

Данные табл. 3 свидетельствуют, что лучшие зоотехнические показатели получены во 2-й опытной группе. В этой группе живая масса бройлеров увеличилась по сравнению с контролем на 5,0% при 100-й сохранности поголовья и одновременном снижении затрат корма на 1 кг прироста на 11,3%, что обусловило более высокий индекс продуктивности – 268,7 ед.

При увеличении дозы бентонитов до 3 и 4% снизился среднесуточный прирост, увеличились затраты корма на 1 кг прироста, уменьшился индекс продуктивности по сравнению с бройлерами 2-й опытной группы. При свободном потреблении минерала зоотехнические показатели выращивания бройлеров не отличались от аналогичных показателей контрольной группы.

Положительное влияние бентонитов на общее физиологическое состояние молодняка птицы можно объяснить тем, что в состав этого природного минерала входят жизненно необходимые для организма элементы: кремний, натрий, калий, кальций, фосфор, железо, сера, кобальт. Благодаря их ионообменным свойствам концентрация минеральных веществ в организме поддерживается на оптимальном уровне.

Кроме богатого минерального состава, в бентоните присутствуют органические примеси в количестве 8–13% и азот общий – 1–2%. Азот – это основа для синтеза белков и нуклеиновых кислот. Азот формирует пептидные связи между аминокислотами, а в нуклеиновых кислотах – ДНК и РНК – входит в состав азотистых оснований, определяющих рост и развитие организма.

Благотворное влияние на синтез белков в растущем организме оказывает сера, содержание которой в бентонитах 5–7%.

Уникальные свойства бентонитов позволили повысить естественную резистентность индюшат и бройлеров, о чем свидетельствует 100%-я сохранность птицы опытных групп, получавших с кормом от 1 до 3% минеральной добавки.

Мясная продуктивность птицы характеризуется по совокупности признаков, отражающих количество и качество мяса и в значительной степени эффективность производства мяса (табл. 4).

Установлено, что введение в состав рационов бентонитов способствует повышению убойного выхода у индеек на 2,9–3,7, у индюков – на 5,9–10,4%.

Таблица 4

Мясные качества индюшат
Meat properties of turkey poult

Показатель	Группа				
	контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	
<i>Индейки</i>					
Убойный выход, %	67,1	70,8	70,0	69,0	
Выход, %	костяк	28,2	25,3	24,4	25,8
	грудные мышцы	25,2	27,8	27,4	26,9
	мышцы бедра	30,9	32,1	32,8	32,0
	крыло	13,8	12,6	13,4	12,7
	огузок	1,9	2,2	2,0	2,6
Мясной индекс, ед.	2,82	3,20	3,35	3,12	
Мясокостный индекс, ед.	2,56	2,96	3,12	2,88	
<i>Индюки</i>					
Убойный выход, %	75,6	81,5	86,0	83,2	
Выход, %	костяк	27,3	25,0	22,7	23,7
	грудные мышцы	31,9	36,7	36,4	36,6
	мышцы бедра	26,8	27,3	28,8	28,3
	крыло	12,2	9,8	10,6	10,0
	огузок	1,8	1,2	1,5	1,4
Мясной индекс, ед.	2,81	3,13	3,55	3,34	
Мясокостный индекс, ед.	2,66	3,00	3,40	3,20	

Кормовая смесь с бентонитами оказала хорошее влияние на выход наиболее ценных в пищевом отношении грудных и бедренных мышц. У индеек выход названных частей увеличился на 3,8–4,1, у индюков – на 5,3–6,5%.

При скармливании бентонитов повысилась общая пищевая ценность мяса, о чем свидетельствуют мясной индекс (соотношение съедобных и несъедобных частей), а также мясокостный индекс (соотношение массы мышц и костей).

Из литературных источников известно, что для формирования мышечной ткани индейкам необходимо более высокое содержание в корме кальция, фосфора, железа по сравнению с другими видами сельскохозяйственной птицы. Эту потребность обеспечивают химические элементы бентонитов, благодаря которым происходит повышение мясной продуктивности и пищевой ценности мяса индюшат.

Положительное влияние бентонитов на качественные показатели мясной продуктивности установлено и у бройлеров (табл. 5).

Как видно из табл. 5, качественные показатели мясной продуктивности бройлеров при добавке разных доз бентонитов превышали аналогичные показатели контрольной группы. Более высокие показатели мясной продуктивности получены у бройлеров 2-й опытной группы при добавке к основному рациону 2% бентонитов. В этой группе убойный выход увеличился на 1,8%, мясной индекс – на 1,1 ед., мясокостный индекс – на 0,9 ед. по сравнению с контролем.

Частью комплексной оценки новых кормовых добавок является учет их влияния на состояние обмена веществ. Потребление комбикорма с добавкой бентонитов оказало положительное влияние на обеспеченность организма индюшат и бройлеров пластическими веществами.

Таблица 5

Мясная продуктивность бройлеров
Meat properties of broiler chickens

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Убойный выход, %	70,7	70,6	72,5	72,0	71,8	71,6
Выход съедобных частей тушки, %	76,5	77,1	81,5	80,7	77,8	77,0
Мясной индекс, ед.	3,3	3,4	4,4	4,2	3,5	3,3
Мясокостный индекс, ед.	2,8	2,9	3,7	3,5	3,0	2,8

Как видно из табл. 6, содержание общего белка в сыворотке крови индеек и бройлеров контрольной группы было ниже физиологической нормы. Введение бентонитов в кормовую смесь способствовало повышению количества общего белка на 25,6–37,2% у индеек и на 1,4–3,3 – у бройлеров.

У индюков всех групп содержание общего белка в сыворотке крови было достаточно высоким и не зависело от дозы бентонитов.

Увеличение общего белка в сыворотке крови свидетельствует об усилении анаболических процессов в организме молодняка, что благотворно сказывается на мясной продуктивности.

Продуктивное действие бентонитов в качестве минеральной кормовой добавки проявляется в увеличении в крови опытного поголовья концентрации кальция и неорганического фосфора. Эти элементы необходимы для развития костяка, мяг-

Таблица 6

Биохимические показатели сыворотки крови молодняка птицы
Biochemical parameters of young poultry blood serum

Показатель	Группа					
	контроль-ная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
<i>Индейки в возрасте 90 суток</i>						
Общий белок, г/л	36,00±2,94	49,20±3,63*	45,20±5,00	49,40±2,17**	–	–
Кальций общий, ммоль/л	3,60±0,39	4,46±0,42	4,07±0,30	4,05±0,32	–	–
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,01±0,13	1,22±0,13	1,16±0,12	1,52±0,09*	–	–
<i>Индюки в возрасте 145 суток</i>						
Общий белок, г/л	57,30±4,76	57,30±4,76	51,40±5,42	53,80±5,90	–	–
Кальций общий, ммоль/л	2,02±0,13	2,14±0,17	2,38±0,13	2,74±0,17**	–	–
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,88±0,22	2,22±0,19	2,17±0,16	2,32±0,20	–	–
<i>Бройлеры в возрасте 42 суток</i>						
Общий белок, г/л	42,60±0,27	43,40±0,27	43,20±0,37	43,60±0,27*	43,60±0,27*	44,00±0,00***
Кальций общий, ммоль/л	4,43±0,47	5,19±0,11	5,92±0,07*	5,09±0,09	5,03±0,08	5,32±0,03
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,230±0,003	1,300±0,019***	1,630±0,06***	1,310±0,01***	1,270±0,01**	1,270±0,01**

Примечание. Норма биохимических показателей крови для взрослых индеек: белок – 43–59 г/л, кальций – 2,3–5,5 ммоль/л, фосфор неорганический – 1,9–2,4 ммоль/л [19]; для кур: 43–59 г/л; 3,75–6,75 ммоль/л; 1,23–1,81 ммоль/л соответственно [20].

ких тканей, определяют состояние нервной системы, участвуют в обмене белков, жиров, углеводов.

Если у индюшат достоверного увеличения кальция и неорганического фосфора не установлено, то бройлеры 2-й опытной группы по содержанию в сыворотке крови кальция достоверно превосходили бройлеров контрольной группы. По содержанию фосфора бройлеры всех опытных групп достоверно превосходили бройлеров контрольной группы.

По сообщению А. П. Калашникова и др. [21], при ограниченном использовании в комбикормах птицы кормов животного происхождения содержание неорганического (доступного) фосфора в рационах снижается и возрастает содержание

фитинового фосфора, который усваивается взрослой птицей на 50%, а молодняком – лишь на 30%.

Из приведенного положения следует, что применяемые рационы для птицы всегда дефицитны по доступному фосфору.

Нашими исследованиями установлено, что хакасские бентониты могут быть эффективным источником фосфора.

Отсутствие в крови индеек, индюков и бройлеров кетонных тел свидетельствует о нормальном белковом и липидном обмене.

Таким образом, биохимические показатели крови индюшат и бройлеров находились в пределах физиологической нормы; нарушений обмена веществ не выявлено.

Бентониты в качестве минеральной кормовой добавки позволяют получить определенный экономический эффект (табл. 7).

Как видно из табл. 7, наибольший экономический эффект от снижения себестоимости в расче-

те на 1 голову получен у индеек, индюков и бройлеров во 2-х опытных группах, в этих группах достигнута и наибольшая рентабельность.

Таким образом, по комплексу зоотехнических и экономических показателей выявлена оп-

Таблица 7

**Экономическая эффективность производства мяса (в убойной массе)
Economic efficiency of meat production (weight at slaughter))**

Показатель	Группа				
	контроль	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная
<i>Индейки</i>					
Дополнительная прибыль, руб.	–	5987,5	5954,2	1335,6	–
Экономический эффект на 1 гол., руб.	–	119,8	119,1	26,7	–
Рентабельность, %	16,0	46,2	46,6	23,0	–
<i>Индюки</i>					
Дополнительная прибыль, руб.	–	2913,5	7833,5	1478,4	–
Экономический эффект на 1 гол., руб.	–	58,3	156,7	29,6	–
Рентабельность, %	26,0	29,7	37,7	27,9	–
<i>Бройлеры</i>					
Экономический эффект от снижения себестоимости, руб.	–	234,2	1325,6	681,6	363,0
Экономический эффект на 1 голову, руб.	–	3,9	22,1	11,4	6,1
Рентабельность, %	14,7	18,3	32,7	25,5	20,4

Примечание. Показатели 5-й опытной группы бройлеров не внесены в данную таблицу, так как они находятся на уровне контрольной группы.

тимальная доза бентонитов: у индюшат – 2% как компонент комбикорма, у бройлеров – 2% как добавка к комбикорму.

Обоснованием оптимальности этой дозы является повышение скорости роста, жизнеспособности молодняка, качественных показателей мясной продуктивности, нормализация фосфорно-кальциевого обмена.

ВЫВОДЫ

1. Результаты испытаний бентонитов месторождения «10-й Хутор» Республики Хакасия в рационах мясных индюшат и бройлеров позволили выявить высокоэффективную минеральную добавку природного происхождения. Эффективность бентонитов проявляется в повышении количественных и качественных показателей мясной продуктивности, естественной резистентности, лучшей конверсии питательных веществ кормов, нормализации обменных процессов.

2. Оптимальная доза бентонитов для индюшат – 2% в составе рациона. При использовании бентонитов в этой дозе рентабельность производства мяса индеек достигла 46,6, мяса индю-

ков – 37,7%. Получение экономического эффекта объясняется достоверным повышением живой массы индеек на 23,9, индюков – на 7,6% при 100%-й сохранности поголовья, убойного выхода – на 2,9 и 10,4% соответственно, нормализацией фосфорно-кальциевого обмена по сравнению с аналогичными показателями контрольных групп.

3. Оптимальная доза бентонитов для бройлеров – 2% к основному рациону. При использовании бентонитов в этой дозе рентабельность производства мяса увеличилась на 18,0% и достигла 32,7%. Получение экономического эффекта объясняется достоверным повышением живой массы бройлеров на 5% при 100%-й сохранности поголовья, индекса эффективности выращивания бройлеров (ЕИП) на 45,7 ед., убойного выхода – на 1,8%, концентрации кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови – в 1,3 раза по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Егоров И. А.* Селекция сельскохозяйственной птицы и ее будущее в России // Птицеводство. – 2012. – № 12. – С. 4.
2. *Эргашев Д. Д.* Использование нетрадиционных кормов в рационе кормления яичных кур в условиях Таджикистана // Изв. Оренбург. аграр. ун-та. – 2017. – № 2 (64). – С. 175–177.
3. *Набоков З. И.* Трикальцийфосфат из Хаджожского известняка Республики Адыгея // Птицеводство. – 2017. – № 1. – С. 28–30.
4. *Качество яиц кур при разных дозах карбоната магния в рационе / А. Федин, Д. Гайирбегов, Г. Симонов [и др.]* // Птицеводство. – 2013. – № 8. – С. 43–45.
5. *Прохорова Ю. В., Гавриков А. В., Ецик В. В.* Значение микроэлементов в жизнедеятельности птицы // Птицеводство. – 2016. – № 6. – С. 32–35.
6. *Луговая И. С., Петрова Ю. В.* Влияние витаминно-минеральных добавок на здоровье бройлеров // Птицеводство. – 2016. – № 7. – С. 24–26.
7. *Зотеев В. С., Симонов Г. А., Рауценко Е. А.* Сорбенты в рационе индеек повышают продуктивность // Птицеводство. – 2015. – № 12. – С. 41–43.
8. *Профилактика микотоксикоза Т-2 кормовым концентратом Цеоско / А. М. Шадрин, В. А. Сеницын, А. В. Авдеенко [и др.]* // Птицеводство. – 2015. – № 7. – С. 15–18.
9. *Фисинин В. И., Егоров И. А., Егорова Т. В.* Снижение токсичности комбикормов для цыплят-бройлеров при использовании шунгита // Птицеводство. – 2016. – № 2. – С. 23–27.
10. *Мальцева Н. А., Ядрищенская О. А., Шпынова С. А.* Влияние сорбентных препаратов на продуктивность бройлеров // Птицеводство. – 2016. – № 9. – С. 17–18.
11. *Суханова С. Ф., Кожевников С. В.* Пищевая ценность и качество мяса цыплят-бройлеров, потреблявших вектор и бентонит // Вестн. Курган. ГСХА – 2014. – № 1 (9). – С. 39–41.
12. *Применение бентонита и адаптогена в кормлении кур-несушек / О. П. Четверикова, Л. И. Брыкина, Ю. Я. Кавардаков [и др.]* // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2012. – № 1. – С. 73–76.
13. *Эргашев Д. Д., Комилзода Д. К., Базаров Ш. Э.* Влияние местных бентонитов на продуктивные и воспроизводительные качества кур родительского стада // Докл. Тадж. акад. с.-х. наук. – 2016. – № 2 (48). – С. 47–50.
14. *Дзагуров Б. А., Журавлева И. О., Кцоева З. А.* Пристеночное пищеварение цыплят-бройлеров при бентонитовой подкормке // Изв. Горск. гос. аграр. ун-та. – 2012. – Т. 49, № 4. – С. 178–181.
15. *Дзагуров Б. А., Журавлева И. О., Кцоева З. А.* Изменение активности щелочной фосфатазы слизистой кишечника цыплят при бентонитовых подкормках // Изв. Горск. гос. аграр. ун-та. – 2013. – Т. 50, № 2. – С. 147–149.
16. *Буланкова С. Р.* Сорбционные свойства модифицированного бентонита // Уч. зап. Казан. гос. акад. вет. медицины им. Н. Э. Баумана. – 2012. – Т. 209. – С. 69–71.
17. *Мотина Т. Ю., Ежкова А. М., Яппаров И. А.* Содержание солей тяжелых металлов in vivo при применении наноразмерного бентонита // Сб. науч. тр. Всерос. НИИ овцеводства и козоводства. – 2014. – Т. 3, № 7. – С. 391–394.
18. *Санитарная оценка мяса цыплят-бройлеров, получавших разные дозы наноструктурной минеральной кормовой добавки / М. С. Ежкова, Т. Ю. Мотина, Г. Я. Сафиуллиная [и др.]* // Вестн. Казан. технолог. ун-та. – 2014. – Т. 17, № 12. – С. 112–116.
19. *Справочник по контролю кормления и содержания животных / В. А. Аликаев и [и др.]*. – М., 1982. – 320 с.
20. *Кудрявцев А. А., Кудрявцева Л. А.* Клиническая гематология животных. – М., 1974. – 309 с.
21. *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А. П. Калашников [и др.]*. – М., 2003. – 456 с.

REFERENCES

1. Egorov I. A. *Pticevodstvo*, 2012. No. 12, 4 p. (In Russ.)
2. Ehgashhev D. D. *Izvestiya Orenburgskogo agrarnogo universiteta*, 2017. No. 2 (64), pp. 175–177. (In Russ.)
3. Nabokov Z. I. *Pticevodstvo*, 2017, No. 1, pp. 28–30. (In Russ.)

4. Fedin A., Gajirbegov D., Simonov G. *Pticevodstvo*, 2013, No. 8, pp. 43–45. (In Russ.)
5. Prohorova Yu.V., Gavrikov A.V., Eshchik V.V. *Pticevodstvo*, 2016, No. 6, pp. 32–35. (In Russ.)
6. Lugovaya I.S., Petrova Yu.V. *Pticevodstvo*, 2016, No.7, pp. 24–26. (In Russ.)
7. Zoteev V.S., Simonov G.A., Raucenko E.A. *Pticevodstvo*, 2015, No. 12, pp. 41–43. (In Russ.)
8. SHadrin A.M., Sinicyn V.A., Avdeenko A.V. *Pticevodstvo*, 2015, No. 7, pp. 15–18. (In Russ.)
9. Fisinin V.I., Egorov I.A., Egorova T.V. *Pticevodstvo*, 2016, No. 2, pp. 23–27. (In Russ.)
10. Mal'ceva N.A., YAdrishchenskaya O.A., SHpynova S.A. *Pticevodstvo*, 2016. No. 9, pp. 17–18. (In Russ.)
11. Suhanova S.F., Kozhevnikov S.V. *Vestnik Kurganskoj GSKHA*, 2014, No. 1 (9), pp. 39–41. (In Russ.)
12. Chetverikova O.P., Brykina L.I., Kavardakov Yu.Ya. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2012, No. 1, pp. 73–76. (In Russ.)
13. EHrgashev D.D., Komilzoda D.K., Bazarov Sh.Eh. Vliyanie mestnyh bentonitov na produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva kur roditel'skogo stada. *Doklady Tadzhijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk*, 2016, No. 2 (48), pp. 47–50.
14. Dzagurov B.A., ZHuravleva I.O., Kcoeva Z.A. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2012, No. 4 (49), pp. 178–181. (In Russ.)
15. Dzagurov B.A., ZHuravleva I.O., Kcoeva Z.A. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, No. 2 (50), pp. 147–149. (In Russ.)
16. Bulankova S.R. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.EH Baumana*, 2012, Vol. 209, pp. 69–71. (In Russ.)
17. Motina T.YU., Ezhkova A.M., YApparov I.A. *Soderzhanie solej tyazhelyh metallov in vivo pri primenении nanorazmernogo bentonite*, Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva (Abstracts of Papers), 2014, No. 7 (3), pp. 391–394. (In Russ.)
18. Ezhkova M.S., Motina T.YU., Safiullina G.YA. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2014, No. 12 (7), pp. 112–116. (In Russ.)
19. Alikaev V.A. *Spravochnik po kontrolyu kormleniya i sodержaniya zhivotnyh* (Handbook for the control of feeding and keeping animals), 1982, Moscow, 320 p.
20. Kudryavcev A.A., Kudryavceva L.A. *Klinicheskaya gematologiya zhivotnyh* (Clinical hematology of animals), 1974, Moscow, 309 p.
21. Kalashnikova A.P., *Normy i raciony kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh. Spravochnoe posobie* (Norms and rations of feeding of farm animals. Reference guide), 2003, Moscow, 456 p.

УДК 636.5.033.085.55

**ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА
«БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС КОРМОВ» (БКК)
НА ПЕРЕВАРИМОСТЬ, УСВОЯЕМОСТЬ КОМБИКОРМОВ
И ПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ**

Т. В. Усова, аспирант

Н. Н. Ланцева, доктор сельскохозяйственных наук
А. Н. Швыдков, кандидат сельскохозяйственных наук
Л. А. Рябуха, кандидат сельскохозяйственных наук
В. П. Чебаков, кандидат сельскохозяйственных наук

Новосибирский государственный аграрный университет
Новосибирск, Россия

E-mail: ouk73@mail.ru

Ключевые слова: пробиотик, биологический комплекс кормов, продуктивность, цыплята-бройлеры, среднесуточный прирост, относительный прирост, абсолютный прирост, сохранность, переваримость, морфологические показатели тушек, биохимические показатели крови

Реферат. Изучено влияние пробиотического препарата «Биологический комплекс кормов» (БКК) на продуктивность цыплят-бройлеров. По результатам исследования установлено, что применение БКК способствует благоприятствует росту и развитию цыплят-бройлеров в течение всего периода исследований. С 14-дневного возраста живая масса в опытной группе начинает увеличиваться по отношению к контрольной, и данная тенденция сохраняется до конца опыта. В 21-суточном возрасте цыплята-бройлеры опытной группы по живой массе превосходили контрольную на 3,3 % ($P < 0,05 - 0,001$). На 28-е сутки опытная группа опережала контрольную на 3,5, на 35-е – на 5,8 ($P < 0,05 - 0,001$), на 42-е сутки – на 11 % ($P < 0,05 - 0,001$). Полученный эффект в динамике роста опытной группы объясняется положительным влиянием микроорганизмов, входящих в состав БКК, на раннее и последующие формирование нормофлоры кишечника цыплят-бройлеров. Наибольшая сохранность цыплят в опытной группе (97,5 %) дает основание полагать, что поддержание микробиоценоза с помощью пробиотиков в организме птицы позволяет повысить его иммунный статус и противостоять многим видам инфекций. Абсолютный прирост цыплят обеих групп за первую неделю был равным. По этому показателю цыплята-бройлеры опытной группы превосходили аналогов больше всего на пятой неделе, разница составила 18,8 %, за шестую неделю – 15,7 %. Применение БКК в рационах цыплят-бройлеров с суточного возраста и до убоя способствовало повышению переваримости и усвояемости питательных веществ корма. Установлено также его положительное влияние на биохимические показатели крови, улучшение обменных процессов в организме цыплят-бройлеров, морфологический состав тушек.

**INFLUENCE OF PROBIOTIC “BIOLOGICAL FEED COMPLEX” ON DIGESTIBILITY,
FEEDSTUFF ACCESSIBILITY AND FERTILE PARAMETERS OF BROILERS**

Usova T.V., PhD-student

Lantseva N.N., Dr. of Agricultural Sc.
Shvydkov A.N., Candidate of Agriculture
Riabukha L.A., Candidate of Agriculture
Chebakov V.P., Candidate of Agriculture
Novosibirsk State Agrarian University

Key words: probiotic, biological feed complex, fertility, broilers, daily average growth, relative growth, absolute growth, livability, digestibility, morphological parameters of carcass, biochemical parameters of blood.

Abstract. The paper explores the impact of probiotic «Biological feed complex» on fertility of broilers. The research results show that application of biological feed complex enhances the growth and development of broilers during the research period. Since 14 days, age body weight in the experimental group is increasing in comparison with that in control group. This tendency was observed up to the end of the experiment. Body weight of broilers aged 21 days was 3.3% higher than that of control group ($P < 0.05-0.001$); body weight of broilers aged 28 days was higher than in the control group on 3.5%; aged 35 days - 5.8 ($P < 0.05-0.001$), aged 42 days – on 11% ($P < 0.05-0.001$). This effect is explained by positive influence of microorganisms that biological feed complex contains; it influences broilers' flora intestine. The highest livability of broilers in the experimental group (97.5%) makes case that supporting microbiocenosis in the poultry organism by means of probiotics increases its immune status and prevents infections. Absolute growth of broilers from both groups was equal. According to this parameter, experimental broilers mostly surpassed their counterparts on the fifth week when difference was 18.8% and 15.7% on the sixth week. Application of biological feed complex for broilers aged 1 day and until the slaughter enhanced digestibility and nutrient availability of feeds. The authors outline positive influence of biological feed complex on blood biochemical parameters, better metabolism of broilers and morphological composition of carcasses.

Питание – важнейший фактор, определяющий здоровье человека. К приоритетным направлениям современной науки о питании относятся организация рационального сбалансированного питания, профилактика алиментарных заболеваний, связанных с дефицитом белка, микронутриентов, других незаменимых факторов питания; дальнейшее развитие и укрепление системы контроля и надзора за качеством и безопасностью продовольственного сырья и пищевых продуктов; повышение уровня знаний населения в вопросах здорового питания [1].

Для получения максимальной продуктивности птицы в промышленном птицеводстве широко используют лекарственные и химические препараты. Данная технология выращивания позволяет получить за короткие сроки большой объем продукции птицеводства (мяса, яиц), однако не лучшим образом сказывается на ее экологической безопасности [2–8].

Большинство лекарственных средств, особенно антибиотики, имеют способность накапливаться в организме птицы. Этот факт негативно влияет на качество конечного продукта и создает определенную угрозу для здоровья человека: вызывает аллергию, дисбактериоз и подавление иммунитета.

В современных технологических схемах производства птицеводческой продукции фактически отсутствует этап передачи материнского иммунитета через микроорганизмы. Поэтому у цыплят низкая сопротивляемость, высок процент падежа и выбраковки в первые дни жизни, а также риск возникновения инфекционных заболеваний. У инкубационных цыплят микробный статус формируется на 10–14-е сутки жизни, у цыплят, растущих с наседкой, – на 1–3-е сутки. Источником микроорганизмов, способных положительно повлиять на макроорганизм, могут быть пробиотические препараты [6, 7, 9–11].

Применение в кормлении цыплят-бройлеров пробиотиков, пребиотиков и симбиотиков позволяет частично или полностью отказаться от антибиотиков в промышленном птицеводстве [12–15].

Цель исследований – изучить влияние пробиотического препарата «Биологический комплекс кормов» (БКК) на переваримость, усвояемость комбикормов и продуктивность цыплят-бройлеров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование применения БКК (патент на изобретение РФ № 2601808) в кормлении цыплят-бройлеров проводилось в ООО «Птицефабрика Бердская» (г. Бердск Новосибирской области).

Объектом служили цыплята-бройлеры кросса ISA F-15, из которых по принципу аналогов сформировали две группы в суточном возрасте в количестве 40 голов. Продолжительность опыта составляла 42 дня. Цыплята-бройлеры содержались в клеточных батареях. Плотность посадки, условия содержания, фронт кормления и поение, параметры микроклимата, температурный и световой режимы, а также влажность соответствовали требованиям ВНИТИП.

В течение всего опыта цыплята-бройлеры 1-й (контрольной) группы получали корма основного рациона (ОР), сбалансированного в соответствии нормами ВНИТИП.

Цыплята-бройлеры 2-й (опытной) группы на протяжении всего опыта дополнительно получали БКК в количестве 2%.

Биологический комплекс кормов для 2-й (опытной) группы готовили один раз в 7 дней и смешивали с основным кормом на этапе приготовления.

На протяжении всего опыта велось постоянное наблюдение за состоянием здоровья птицы и сохранностью поголовья. Учитывались следующие показатели:

1. Потребление корма живая масса, сохранность поголовья.
2. Переваримость и усвоение питательных веществ.
3. Биохимические показатели сыворотки крови.
4. Морфологическое строение тушки.

Для определения переваримости и усвояемости питательных веществ комбикорма проводился балансовый опыт в соответствии с «Методикой проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы».

В конце опыта, в возрасте 42 суток, проводили контрольный убой, во время которого были взяты образцы сыворотки крови для определения биохимических показателей. Пробы крови отбирали из подкрыльцовой вены у трех цыплят из опытной и контрольной группы. В качестве антикоагулянта использовали Трилон-Б.

После убоя определяли убойную массу, массу полупотрошёных и потрошенных тушек. Проведена также анатомо-морфологическая разделка тушек.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Применение БКК оказывает положительное влияние на развитие цыплят-бройлеров и благоприятствует росту и развитию птицы в течение всего опыта (табл. 1). С 14-дневного возраста живая масса в опытной группе увеличивается по отношению

Таблица 1

Динамика изменения живой массы цыплят-бройлеров при применении БКК
Dynamics of broilers body weight when applying biological feed complex

Фаза роста, сут	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
1-е	44,70±0,07	44,60±0,08
7-е	98,50±1,40	98,80±1,50
14-е	232,50±6,30	244,70±1,80
21-е	473,70±5,20	489,50±8,00
28-е	766,90±4,50	794,60±4,10
35-е	1068,10±41,54	1166,20±30,54
42-е	1626,20±42,34	1828,80±9,20***

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

к контрольной, и данная тенденция сохраняется до конца опыта. В 21-суточном возрасте цыплят-бройлеры опытной группы по живой массе превосходили контрольную на 3,3% (P<0,05–0,001), на 28-е сутки – на 3,5, на 35-е на 5,8, на 42-е – на 11% (P<0,05–0,001)

Рассчитанные по полученным данным показатели среднесуточного прироста представлены в табл. 2.

Таблица 2

Среднесуточный прирост живой массы при применении БКК в кормлении цыплят-бройлеров
Daily average bodyweight gain when applying biological feed complex in feeding broilers

Возраст, суток	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
1–7	9	9
8–14	35	36
14–21	34	35
22–28	42	44
29–35	43	53
36–42	80	94
1–42	40,5	45,1

Значения среднесуточных приростов цыплят-бройлеров в опытной группе со второй недели до конца выращивания превосходили среднесуточный прирост контрольной группы. Наибольшая разница зафиксирована за последнюю неделю – 14,8%. За весь период исследований среднесуточный прирост цыплят-бройлеров, получавших БКК, был выше, чем в контрольной группе, на 10,2%.

В процессе исследований производился сбор и учет павших цыплят, данные по сохранности цыплят-бройлеров приведены в табл. 3.

Сохранность поголовья в опытной группе составила 97,5%, что выше, чем в контрольной, на 7,5%. Высокая сохранность поголовья объясняется полученными данными о свойствах БКК.

За первую неделю исследований падеж в контрольной и опытной группе не был зафиксирован. В последующем, с 8-х по 14-е сутки, в контрольной группе пала 1 голова, в опытной падеж отсутствовал. На 29–35-е сутки падеж цыплят в контрольной группе составил 2 головы, а в опытной 1 голова. В последнюю неделю выращивания, с 35-х по 42-е сутки, поголовье в контрольной группе снизилось еще на 1 голову, тогда как в опытной группе за этот период сохранность была полной. Итого за весь период выращивания падеж в кон-

Таблица 3

Сохранность цыплят-бройлеров при совместном применении БКК
Livability of broilers when applying biological feed complex

Группа	Динамика падежа по суткам, гол.							Сохранность, %
	всего	1-7-е	8-14-е	15-21-е	22-28-е	29-35-е	35-42-е	
1-я контрольная	4	0	1	0	0	2	1	90
2-я опытная	1	0	0	0	0	1	0	97,5

трольной группе составил 4 головы, а в опытной лишь 1 голова.

Падеж птицы в заключительный период выращивания имеет важный экономический эффект, так как затрачены средства на выращивание, которые удорожают всю валовую продукцию.

При определении затрат кормов на единицу продукции подтверждается эффективность использования БКК, поскольку затраты корма в опытной группе снижаются.

По показателям прироста живой массы и сохранности поголовья контрольной группы цыплята-бройлеры значительно уступают опытной, тогда как по потреблению кормов превосходят ее (табл. 4).

Таблица 4

Затраты кормов при применении БКК
Feed costs when applying biological feed complex

Показатель	Группа	
	1-я контрольная	2-я опытная
Валовый прирост живой массы, кг	65,04	73,12
Скормлено корма, кг	1133,41	1077,22
На 1 кг живой массы, кг	2,33	2,08

Затраты корма на 1 кг живой массы в опытной группе были ниже, чем в контрольной, на 10,7%. На снижение затрат корма в опытной группе повлияли ферментативные свойства и легкая усвояемость БКК.

В табл. 5 представлены параметры, характеризующие переваримость основных питательных веществ корма цыплятами-бройлерами.

Результаты физиологического опыта показали, что переваримость питательных веществ была выше в опытной группе, чем в контроле: протеина на 4,7, жира – на 6,0, клетчатки – на 2,6,

БЭВ на 3,3, органического вещества – на 1,2%. Показатели переваримости питательных веществ свидетельствуют в пользу БКК.

Протеин положительно влияет на жизнедеятельность птицы в целом, а также участвует в восстановлении клеток, образовании мышечной ткани и яиц, влияет на рост перьев.

Жиры из всех питательных веществ наиболее калорийны. Они служат источником энергии для птицы, образуя тепловую и механическую энергию. Излишки жиров откладываются во внутренних органах, под кожей, в брюшной полости и используются организмом птицы в качестве запасного энергетического материала.

Клетчатка имеет самый низкий показатель переваримости, так как отличается невысоким коэффициентом усвояемости. Уровень переваримости клетчатки в опытной группе больше на 2,6%, и можно предположить, что добавление БКК в основной корм дает возможность пищеварительным ферментам работать лучше, разрыхляя частицы корма и увеличивая объем пищевых масс.

В состав БЭВ входят различные углеводы, такие как фруктоза, глюкоза, сахароза, лактоза, мальтоза, крахмал и др. Углеводы выполняют в организме функцию возмещения различных затрат энергии.

Высокая переваримость сухого органического вещества свидетельствует об оптимальном сочетании компонентов в корме.

Микроорганизмы, которые входят в состав БКК, содержат все основные группы ферментных комплексов, они усиливают ферментативную активность микрофлоры кишечника и способствуют улучшению усвояемости питательных веществ корма.

Таблица 5

Переваримость питательных веществ цыплятами-бройлерами, %
Nutrient digestibility of broilers, %

Группа	Протеин	Жир	Клетчатка	БЭВ	Органическое вещество
1-я контрольная	74,3	76,3	19,8	72,6	82,1
2-я опытная	78,01	81,2	20,33	75,1	83,1

ВЫВОДЫ

1. Включение в рацион цыплят-бройлеров пробиотического препарата «Биологический комплекс кормов» в дозе 2% оказывает положительное влияние на показатели продуктивности, физиологическое состояние и сохранность

птицы. Прирост живой массы увеличивается на 11%.

2. Кормовая добавка БКК способствовала повышению переваримости питательных веществ: протеина – на 4,7, жира – на 6,0, клетчатки – на 2,6, БЭВ – на 3,3 органического вещества – на 1,2%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Позняковский В. М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов: учеб. – 5-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. – 455 с.
2. Влияние технологии производства функциональных экопродуктов на свойства и качество скорлупы яиц кур-несушек / Н.Н. Ланцева, А.Н. Швыдков, А.Л. Верещагин [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–14. – С. 3116–3120.
3. Влияние функциональных свойств пробиотиков и фитобиотиков на показатели продуктивности цыплят-бройлеров / Н.Н. Ланцева, А.Е. Мартыщенко, А.Н. Швыдков [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–7. – С. 1417–1423.
4. Управление качеством и безопасностью пищевой продукции птицеводства: метод. рекомендации / Н.Н. Ланцева, А.Е. Мартыщенко, Л.А. Кобцева [и др.]; Новосиб. гос. аграр. ун-т, Биол.-технол. фак. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2014. – 59 с.
5. Фисинин В. И., Сурай П. Ф. Иммуитет в современном животноводстве и птицеводстве: от теории к практике иммуномодуляции // Птицеводство. – 2013. – № 5. – С. 4–10.
6. Использование пробиотиков в бройлерном производстве / А.Н. Швыдков, Л.А. Кобцева, Р.Ю. Килин [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2013. – № 2. – С. 40–47.
7. Поиск альтернативы антибиотикам в бройлерном птицеводстве / А.Н. Швыдков, С.Ю. Жбанова, О.С. Котлярова [и др.] // Птицеводство. – 2012. – № 11. – С. 35–39.
8. Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А. Физиологическое обоснование использования пробиотиков, симбиотиков и природных минералов в бройлерном птицеводстве Западной Сибири. Ч. 1: Комплексная характеристика молочно-кислой кормовой добавки: монография / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2015. – 149 с.
9. Эффективность использования пробиотиков в бройлерном птицеводстве / А.Н. Швыдков, Р.Ю. Килин, Т.В. Усова [и др.] // Главный зоотехник. – 2013. – № 5. – С. 22–29.
10. Влияние молочно-кислой кормовой добавки на лизоцимную активность в кишечнике животных / А.Н. Швыдков, Л.А. Кобцева, Р.Ю. Килин [и др.] // Птицеводство. – 2014. – № 4. – С. 22–25.
11. Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А. Влияние пробиотического препарата молочно-кислая кормовая добавка в комплексе с пребиотиком аутолизат на продуктивность цыплят-бройлеров // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 2 (39). – С. 165–171.
12. Швыдков А.Н., Ланцева Н.Н., Рябуха Л.А. Физиологический статус сельскохозяйственной птицы при применении кормовых добавок и антибиотика // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2016. – № 3. – С. 40–47.
13. Влияниевозрастакультурмикроорганизмов-пробионтовнаизменениеантибиотикочувствительности штаммов *Ent. fecalis* 200, *St. albus atcc 25923*, *Pr. vulgaris* 192, *Kl. pneumonia* 72 *in vitro* / Н.Н. Шкиль, Е.В. Филатова, А.Н. Швыдков [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2016. – № 2 (39). – С. 128–133.
14. Синергический эффект активирования корма и МКД при выращивании цыплят-бройлеров / А.Ю. Гавриленко, И.Ю. Клемешова, З.Н. Алексеева [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2014. – № 2 (31). – С. 66–69.
15. Эффективность использования молочно-кислой добавки в кормлении цыплят-бройлеров / Д.С. Панькин, В.А. Реймер, З.Н. Алексеева [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2015. – № 1 (34). – С. 138–142.

REFERENCES

1. Poznyakovskii V.M. *Gigienicheskie osnovy pitaniya, kachestvo i bezopasnost» pishchevykh produktov* (Hygienic nutrition, quality and safety of food), Novosibirsk: Sib. univ. izd, 2007, 455 pp.
2. Lantseva N.N., Shvydkov A.N., Vereshchagin A.L., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2 (14), pp. 3116–3120. (In Russ.)
3. Lantseva N.N., Martyshchenko A.E., Shvydkov A.N., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2 (7), pp. 1417–1423. (In Russ.)
4. Lantseva N.N., Martyshchenko A.E., Kobtseva L.A. *Upravlenie kachestvom i bezopasnost'yu pishchevoi produktsii ptitsevodstva: metod. Rekomendatsii* (Quality and safety management of poultry food products: method. Recommendations), Novosibirsk, ITs Zolotoi kolos, 2014, 59 p. (In Russ.)
5. Fisinin V.I., Surai P.F., *Ptitsevodstvo*, 2013, No. 5, pp. 4–10. (In Russ.)
6. Shvydkov A.N., Kobtseva L.A., Kilin R. Yu., *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2013, No. 2, pp. 40–47. (In Russ.)
7. Shvydkov A.N., Zhanova P.P.Yu., Kotlyarova O.PP., *Ptitsevodstvo*, 2012, No. 11, pp. 35–39. (In Russ.)
8. Shvydkov A.N., Lantseva N.N., Ryabukha L.A., *Fiziologicheskoe obosnovanie ispol'zovaniya probiotikov, simbiotikov i prirodnykh mineralov v broilernom ptitsevodstve Zapadnoi Sibiri* (The physiological basis for the use of probiotics, symbiotics and natural minerals in broiler poultry farming in Western Siberia), Novosibirsk, ITs NGAU Zolotoi kolos, 2015, 149 p. (In Russ.)
9. Shvydkov A.N., Kilin R. Yu., Usova T.V., *Glavnyi zootekhnik*, 2013, No. 5, pp. 22–29. (In Russ.)
10. Shvydkov A.N., L.A. Kobtseva, R. Yu. Kilin, *Ptitsevodstvo*, 2014, No. 4, pp. 22–25. (In Russ.)
11. Shvydkov A.N., Lantseva N.N., Ryabukha L.A., *Vestn. NGAU*, 2016, No. 2 (39), pp. 165–171. (In Russ.)
12. Shvydkov A.N., Lantseva N.N., Ryabukha L.A., *Sib. vestn. pp. – kh. nauki*, 2016, No. 3, pp. 40–47. (In Russ.)
13. Shkil» N.N., Filatova E.V., Shvydkov A.N., *Vestn. NGAU*, 2016, No. 2 (39), pp. 128–133. (In Russ.)
14. Gavrilenko A. Yu., Klemeshova I. Yu., Alekseeva Z. N., *Vestn. NGAU*, 2014, No. 2 (31), pp. 66–69. (In Russ.)
15. Pan'kin D.PP., Reimer V.A., Alekseeva Z. N., *Vestn. NGAU*, 2015, No. 1 (34), pp. 138–142. (In Russ.)

ЭКОНОМИКА

УДК 005.95 / 96: 63

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОГРАММНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Н. В. Банникова, доктор экономических наук, профессор
Д. В. Сидорова, кандидат экономических наук
Е. Ю. Астраханцева, аспирант

Ставропольский государственный аграрный
 университет, Ставрополь, Россия
 E-mail: nbannikova@mail.ru

Ключевые слова: воспроизводство трудовых ресурсов, государственная поддержка, типологизация сельских территорий, контент-анализ

Реферат. Рассмотрены существующие подходы к типологизации сельских территорий, выявлена их специфика и аргументирована недостаточная пригодность для обоснования предложений по улучшению воспроизводства трудовых ресурсов села. С помощью кластерного анализа проведена типологизация регионов, учитывающая уровень развития сельского хозяйства, его специализацию, состояние социальной и трудовой сферы села. В каждом из пяти кластеров выбраны три наиболее типичных региона, для которых с помощью контент-анализа проведено исследование содержательной направленности нормативных документов регионального уровня, определяющих устойчивое развитие сельских территорий, и смыслового соответствия этих документов федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года». Результаты контент-анализа позволили также оценить степень конкретизации целей, задач и мероприятий в региональных документах, провести сравнительную оценку качества программ, разработанных в различных регионах, выявить различия в качестве программ в разрезе кластеров. Реализация региональных программ, направленных на создание комфортных условий жизнедеятельности в сельской местности, охарактеризована на основе объема финансирования программных мероприятий в расчете на одного сельского жителя. Построен рейтинг кластеров и представляющих их регионов, отражающий оценку содержательной направленности документов, определяющих устойчивое развитие сельских территорий, и уровень использования возможностей государственной поддержки. Сделан вывод о сходстве ситуации в сфере регулирования развития сельских территорий в рамках выделенных кластеров и имеющихся резервах улучшения ситуации на региональном уровне.

COMPLEX ASSESSMENT OF TIME PATTERN CONTROL OF LABOUR RESOURCES REPRODUCTION IN RURAL AREAS

Bannikova N.V., Dr. of Economic Sc., Professor
Sidorova D.V., Candidate of economics
Astrakhantseva E.Iu., PhD-student
 Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Key words: reproduction of labour resources, state support, classification of rural areas, content-analysis.

Abstract. The paper explores the existing approaches to classification of rural areas; it reveals the specific of rural areas and inappropriate suggestions on improving labour resources of rural areas. The authors classify the regions by means of cluster analysis which considers the degree of agricultural development, its specialization, situation in social and labour spheres of rural areas. The authors choose 3 most typical regions in each cluster. The author uses content analysis for exploring the content of legal regulations and standards at the regional level. These documents regulate rural development. The authors analyse the content of the document whether they are in line with Federal Target Programme «Sustainable development of rural areas in 2014-2017 and to 2020». The results of content analysis assess the extent of concrete aims, tasks and measures in regional documents, make comparative analysis of program quality and reveal differences in programs quality in respect to clusters. Implementation of regional programs aimed at making comfort conditions for living in rural areas is characterized by means of financial support for program measures pro a rural person. The authors range clusters and regions that shows evaluation of documents content that specifies sustainable development of rural areas and extent of using state support. The paper makes conclusion about similarities in the sphere of regulation of rural development in frames of clusters and reserves for improvement of situation in the regions.

Несмотря на характерные для последних лет тенденции урбанизации в России, сельская местность по-прежнему имеет огромное значение для развития страны. Экономически устойчивые и социально развитые сельские территории – гарант стабильности, независимости и продовольственной безопасности государства, особенно в условиях курса на импортозамещение.

Последние несколько лет характеризуются значительной активизацией деятельности российских органов власти в области сельского развития и улучшения условий воспроизводства трудовых ресурсов на селе. На сегодняшний день основным документом, регулирующим данную сферу, является «Концепция устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года» [1]. С целью формирования благоприятных социально-экономических условий в сельской местности в Концепции поставлены соответствующие цели и задачи, намечены мероприятия по их достижению.

С целью развития основных направлений Концепции также была разработана «Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года» [2]. Этот документ направлен на создание условий для повышения качества жизни сельского населения, что даст возможность сохранить трудовой потенциал села, который должен обеспечивать выполнение комплекса функций, в т. ч. производственной, демографической, трудоворесурсной.

Главным инструментом реализации положений Концепции с 2014 г. стала федеральная целевая программа «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» [3]. Реализация данной целевой программы и взаимосвязанных с ней мероприятий

Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., а также других федеральных, региональных и ведомственных программ и проектов создала определенные предпосылки для укрепления социально-трудовой сферы села и развития его экономики, однако эти возможности использованы далеко не в равной степени в различных регионах [4]. Для повышения эффективности реализации целевых программ, обеспечения адресности расходуемых средств необходимо выявить причины региональных различий, обобщить особенности разработки нормативных документов регионального уровня, оценить использование финансовых ресурсов во взаимосвязи с результатами осуществления мероприятий в области создания комфортных условий жизнедеятельности в сельской местности.

Целью данного исследования является комплексная оценка программного регулирования социально-трудовой сферы села в регионах различных типов, основанная на изучении качества региональных документов, их соответствия федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года», анализа уровня освоения средств, необходимых для реализации предусмотренных мероприятий.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях существующей и усиливающейся дифференциации между сельскими территориями их типологизация рассматривается как один из важных инструментов управления социально-

трудовой сферой села. Данный подход позволяет выявить особенности различных типов территорий, определить приоритетные направления их развития и обосновать индивидуальные наборы мер воздействия.

В современной экономической литературе существует множество подходов к типологизации сельских территорий. Данный вопрос широко ос-

вещен в трудах отечественных ученых, среди которых Н. И. Антонова, Р. М. Газизов, М. В. Дронова, И. Н. Меренкова, М. М. Панов, Э. Б. Сарбашев и др. Анализ существующих подходов позволил выявить специфику основных из них (табл. 1).

Мы согласны с Э. Б. Сарбашевым, который подчеркивает, что «та или иная типологизация необходима для выполнения различных иссле-

Таблица 1

Сравнение подходов к типологизации сельских территорий
Comparison of approaches to classification of rural areas

Авторы, пользователи	Краткая характеристика подхода	Специфика подхода
Панов М.М. [5]	Используются два основных признака (удаленность от крупных городов и доля сельского населения) и дополнительные (прирост населения, уровень безработицы, заработная плата, обеспеченность некоторыми видами инфраструктуры).	Удаленность рассматривается как критерий при анализе инфраструктуры и миграционных потоков, а доля сельского населения – при исследовании сельского рынка труда и бедности
Сарбашев Э.Б. [6]	Двухкритериальный подход: дифференциация по отношению к экономическим центрам (экономически интегрированные, переходные и периферийные) дополнена делением по отраслевым признакам (аграрные, индустриально-аграрные, аграрно-рекреационные)	Нацелен на выявление типов экономического развития муниципальных районов, не учитывает социальную сферу сельских территорий
Антонова Н. И. [7]	Критерий типологизации - уровень заселенности территории (плотность населения, плотность сельских населенных пунктов; наличие и плотность транспортных путей; расстояние между сельскими населенными пунктами; их людность и соотношение по численности проживающих; площадь выведенных из оборота сельскохозяйственных угодий)	Нацелен на обоснование стратегических решений в области дальнейшего развития сельских территорий отдельных регионов в пространственном аспекте
Кудрявцева О.В. [8]	Критерий - социально-демографические характеристики (коэффициент естественной убыли на 1000 чел. сельского населения, миграционный отток, доля населения старше трудоспособного возраста и т.д.)	Нацелен на исследование проблем депрессивных территорий и обоснование направлений улучшения демографической обстановки
Храмцова Т.Г. и Леонтьева В.В. [9]	Комплексный показатель, объединяющий индикаторы экономического и социального состояния (30 индикаторов, характеризующих уровень развития промышленности, сельского хозяйства и других отраслей, финансовые результаты деятельности предприятий, демографию, доходы и т.д.)	Предназначен для дифференциации муниципальных районов по уровню развития (отдельно – экономического, отдельно – социального)
Меренкова И.Н. [10], а также Межонова Н.В. [11], Дронова М.В. [12]	Дополнение типологизации, отражающей экономические и социальные аспекты, экологическими показателями (содержание гумуса в почве, затраты на минеральные удобрения, изменения площади пашни и т.д.)	Комплексная балльная оценка по основным сферам развития позволяет выделить группы муниципальных районов с высоким, средним, низким и критическим уровнями развития
Газизов Р. М. [13], а также Голубева А.И., Дорохова В.И., Дугин А.Н., Суховская А.М. [14]	Список индикаторов расширен до 39, в т.ч. и за счет показателей, характеризующих инвестиционную активность и развитие предпринимательства	Предназначен для определения не степени развития, а уровня устойчивости развития муниципальных районов

довательских и практических задач» [6]. С этих позиций следует отметить, что для исследования трудовых ресурсов села и обоснования предложений по улучшению их воспроизводства рассмотренные выше типологизации подходят не в полной мере. Несмотря на тесную взаимосвязь социальных, экономических и экологических аспектов и их влияние на трудовой потенциал, его состояние измеряется специфическими показателями, которые не всегда учтены.

Кроме того, одним из основных противоречий, характерных для ряда подходов к типологизации, является «противоречие уровней». Наибольшие возможности для реализации целевых программ развития сельских территорий существуют на региональном уровне, в то время как большинство рассмотренных выше подходов ориентированы на уровень муниципальных районов.

В соответствии с целью для наших исследований в большей степени пригоден так называемый региональный подход, основанный на том, что «население конкретного региона проживает в едином природном и экономическом пространстве и характеризуется аналогичными социально-культурными рамочными условиями» [15]. Решение существующих проблем во многом зависит от усилий региональных органов власти, разрабатываемых и реализуемых в субъекте федерации программ и проектов, направленных на сельское развитие. Идентификация этих различий может стать основой для дифференциации подходов к решению проблем, накопившихся в области воспроизводства трудовых ресурсов на селе.

В основу предлагаемой типологизации были положены индикаторы, характеризующие уровень развития сельского хозяйства, специализацию, состояние социальной и трудовой сферы села. В качестве конкретных показателей использованы: доля сельского населения и доля занятых в сельском хозяйстве; удельный вес сельского хозяйства в структуре ВРП, а также продукции животноводства в продукции сельского хозяйства; уровень сельской безработицы, экономической активности и занятости в сельской местности; соотношение среднемесячной заработной платы в сельском хозяйстве и в среднем по региону; удельный вес численности населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума; общая площадь жилых помещений в расчете на 1 сельского жителя.

Для типологизации регионов был использован метод кластерного анализа с использовани-

ем пакета прикладных программ STATISTICA 8.0. Варианты с выделением от 5 до 7 кластеров показали, что более высокое качество кластеризации дает формирование 5 кластеров. При этом в каждом варианте наблюдались 3 кластера, устойчивые по своему составу и обладающие четко идентифицируемыми характеристиками.

1. Регионы, имеющие развитое сельскохозяйственное производство с преобладанием растениеводства, относительно большую долю занятых в отрасли и более высокий уровень заработной платы, относительно низкий уровень сельской безработицы (условное название кластера «относительно благополучные»); типичные представители – Воронежская, Орловская области, Ставропольский край.

2. Регионы, имеющие развитое сельскохозяйственное производство с преобладанием животноводства и высокой долей сельского населения; более высокая доля населения с денежными доходами ниже прожиточного минимума; пониженный уровень заработной платы в отрасли, самый высокий уровень сельской безработицы и низкие показатели обеспеченности жильем (условное название кластера «относительно неблагополучные»); типичные представители – Республика Северная Осетия-Алания, Забайкальский край, Республика Алтай.

3. Регионы, имеющие слабо развитое сельскохозяйственное производство, низкие показатели сельской безработицы, достаточно высокую обеспеченность жильем на селе (условное название кластера «урбанизированные»); типичные представители – Ивановская, Калининградская, Калужская области.

Еще два кластера носили «промежуточный» характер.

4. Регионы с высокой долей сельского населения и развитым сельскохозяйственным производством с преобладанием животноводства; при этом показатели социального развития выше, чем в кластере 2 «относительно неблагополучные» (условное название кластера «использующие потенциал отрасли животноводства»); типичные представители – Республика Мордовия, Республика Марий Эл, Брянская область.

5. Регионы, имеющие развитое сельскохозяйственное производство с преобладанием растениеводства, при этом показатели социального развития ниже, чем в кластере 1 «относительно благополучные» (условное название кластера «недоиспользующие потенциал отрасли растениевод-

ства»); типичные представители – Ульяновская, Астраханская, Омская области.

Таким образом, объектом данного исследования стали материалы 15 перечисленных регионов как наиболее типичных представителей 5 кластеров.

Для исследования качества региональных документов, направленных на улучшение социально-трудовой сферы села, их соответствия федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» была использована методика оценки содержательной направленности документов, основанная на методе контент-анализа и экспертных оценок [16]. Данная методика включает в себя три этапа: 1) анализ программы федерального уровня (ее структурирование по направлениям); 2) оценка содержательной направленности программ регионального уровня (выявление степени соответствия целей, задач и мероприятий документу федерального уровня); 3) оценка программ регионального уровня по степени конкретизации на основании специальных индексов и комплексных коэффициентов, составление рейтинга региональных программ.

Для оценки и анализа рекомендуется использовать следующие показатели:

$$K_{ij}^{об} = \frac{N_{ij}}{n \cdot I_i}, \quad (1)$$

где $K_{ij}^{об}$ – обобщенный индекс упоминания (конкретизации) целей, задач, мероприятий Государственной программы в региональных документах;

N – зафиксированное количество случаев соответствия;

n – количество проанализированных региональных документов;

I_i ($i=1, 2$) – количество онтологических единиц анализа: I_1 – по целям, I_2 – по задачам, I_3 – по направлениям;

$j = 1, 2, 3$, где j_1 – число упоминаний, j_2 – конкретизаций;

$$K_m^{компл 1} = \frac{N_{2,m}}{N_{1,m} + N_{2,m}}, \quad (2)$$

$$K_m^{компл 2} = \frac{N_{1,m} + N_{2,m}}{N_\Sigma}, \quad (3)$$

где $K_m^{компл}$ – комплексный коэффициент соответствия регионального документа;

$m = 1, 2 \dots n$;

$N_{1,m}$ – количество упоминаний и $N_{2,m}$ – количество конкретизаций целей, задач, ме-

роприятий Государственной программы в m -м региональном документе;

N_Σ – суммарное количество упоминаний и конкретизаций целей, задач, мероприятий Государственной программы [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В соответствии с используемой методикой на первом этапе контент-анализа было проведено структурирование программы федерального уровня. В федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» (далее – Программа) поставлены цели по повышению качества жизни населения, что должно способствовать решению ряда проблем с воспроизводством трудовых ресурсов на селе.

Основная цель связана с созданием комфортных условий жизнедеятельности в сельской местности на основе комплексного обустройства населенных пунктов социальной и инженерной инфраструктурой, обеспечения благоустроенным жильем. В рамках данной цели предусмотрены мероприятия по строительству жилья, вводу в действие общеобразовательных учреждений, фельдшерско-акушерских пунктов, спортивных сооружений и т. д.

Следующая значимая цель Программы – стимулирование инвестиционной активности на основе улучшения инфраструктурных условий в сельской местности. Успешная реализация поставленной цели призвана способствовать достижению и третьей цели Программы, направленной на содействие созданию высокотехнологичных рабочих мест.

В соответствии с целью активизации участия сельских жителей в реализации общественно значимых проектов в Программе предусмотрена грантовая поддержка местных гражданских инициатив (обустройство зон отдыха, спортивных площадок, сохранение природных ландшафтов и т. д.).

Формирование позитивного отношения к сельскому образу жизни выделено в качестве еще одной цели Программы. В рамках данного направления предусмотрено проведение конкурсов, спортивных соревнований, проектов по сохранению культурно-исторического наследия села.

При этом следует отметить, что в Программе не предусмотрены мероприятия, направленные на стимулирование инвестиционной активности

в агропромышленном комплексе и создание высокотехнологичных рабочих мест в сельской местности, в то время как аналогичные цели и задачи обозначены. Анализ также показывает, что разработанные в Программе мероприятия направлены в основном на развитие социальной и инженерной инфраструктуры сельской местности, а направления, связанные с решением проблем повышения заработной платы и сокращения безработицы, не предусмотрены.

Очевидно, что указанные выше положения Программы должны получить продолжение и конкретизацию на уровне субъектов федерации. Поэтому на втором этапе контент-анализа была оценена степень соответствия региональных нормативных документов Программе.

Учитывая тот факт, что в большинстве субъектов Российской Федерации в государственных региональных программах развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. выделены подпрограммы «Устойчивое развитие сельских территорий», в процессе исследования были проанализированы нормативные документы регионального уровня, способствующие развитию сельских территорий [17–19].

Рассмотрение указанных нормативных документов позволило выявить некоторые отличия. Так, в Республике Мордовия, Орловской области и Забайкальском крае данный документ является отдельной государственной региональной программой, в то время как в остальных субъектах федерации – это подпрограмма региональных государственных программ развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Различаются документы и по объему (от 12 страниц в Калужской области до 58 в Республике Мордовия).

В соответствии с используемой методикой в качестве онтологических единиц исследования были выбраны «Цели», «Задачи» и «Мероприятия», а в качестве смысловых единиц анализа использовались:

- на втором этапе контент-анализа:
 - полное соответствие определенной цели, задаче, мероприятию;
 - частичное соответствие определенной цели, задаче, мероприятию;
- на третьем этапе контент-анализа:
 - упоминание цели, задачи, мероприятия;
 - конкретизация цели, задачи, мероприятия [16].

На основе обработки результатов подсчета были сделаны следующие выводы. Основная цель Программы, а также соответствующие ей задачи, направленные на создание комфортных условий жизнедеятельности на селе, получили полное отражение в документах всех регионов, представляющих кластер «использующие потенциал отрасли животноводства». В подпрограммах других кластеров указанные цель и задачи раскрыты как полностью, так и частично. В регионах кластеров «относительно благополучные», «урбанизированные» и «использующие потенциал отрасли животноводства» поставленная в Программе задача разбита на две части:

- удовлетворение потребностей сельских жителей в благоустроенном жилье;
- повышение уровня обустройства сельских населенных пунктов социальной и инженерной инфраструктурой.

Наиболее детализированно мероприятия, направленные на реализацию первой цели, представлены в подпрограмме, разработанной в Республике Северная Осетия-Алания. В подпрограмме Ульяновской области предусмотрено дополнительное мероприятие, заключающееся в предоставлении субсидий на возмещение части затрат сельскохозяйственных товаропроизводителей на строительство жилых помещений.

Вторая цель, связанная со стимулированием инвестиционной активности, получила полное развитие в двух регионах (Республика Марий Эл и Брянская область) кластера «использующие потенциал отрасли животноводства», в то время как в кластере «относительно благополучные» – только в Воронежской области, в кластере «относительно неблагополучные» – в Республике Северная Осетия-Алания, в кластере «урбанизированные» – в Ивановской области и в кластере «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства» – в Ульяновской области.

Следующая цель, направленная на содействие созданию высокотехнологичных рабочих мест на селе, нашла отражение лишь в нормативных документах Воронежской и Ивановской областей, а также Республики Марий Эл. Задачи, способствующие реализации этой цели, в полной мере раскрыты в подпрограммах Воронежской и Ивановской областей, Республик Северная Осетия-Алания и Марий Эл, и лишь частично – в Ульяновской области. При этом следует отметить, что в региональных документах, так же как и в федеральной целевой Программе, не предус-

мотрено мероприятий, направленных на достижение указанных целей.

Цель, связанная с активизацией участия сельских жителей в реализации общественно значимых проектов, и соответствующая ей задача обозначены в региональных документах практически всех кластеров (за исключением «недоиспользующих потенциал отрасли растениеводства»). При этом только в кластере «использующие потенциал отрасли животноводства» она имеется во всех трех регионах. В то же время мероприятия по грантовой поддержке местных инициатив предусмотрены в регионах всех пяти кластеров.

Последней целью Программы, получившей отражение в документах Воронежской и Орловской областей («относительно благополучные»), в Республике Марий Эл и Брянской области («использующие потенциал отрасли животноводства»), Республике Северная Осетия-Алания («относительно неблагополучные»), а также Калужской области («урбанизированные»), является формирование позитивного отношения к сельскому образу жизни. Однако необходимо заметить, что задача по проведению мероприятий всероссийского значения предусмотрена только программными документами Орловской, Ульяновской и Калужской областей, Республик Северная Осетия-Алания и Марий Эл.

Третий этап контент-анализа предусматривал оценку программ регионального уровня по степени конкретизации целей, задач и мероприятий, предусмотренных федеральной Программой. В процессе обработки данных осуществлялся подсчет единиц соответствия, были рассчитаны индексы упоминания и конкретизации, а также комплексные коэффициенты (конкретизация / полное соответствие; полное соответствие / цели, задачи, мероприятия).

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что индексы упоминания ключевых положений федеральной Программы в нормативных документах регионального уровня, определяющих устойчивое развитие сельских территорий, составили: в области целей – 0,48, задач – 0,51, направлений – 0,29. Индексы конкретизации были равны соответственно 0,06; 0,08; 0,23. Данную ситуацию можно охарактеризовать как вполне закономерное явление, поскольку при уменьшении уровня абстрагирования индекс конкретизации основных положений Программы увеличивается.

Наибольшее внимание на региональном уровне уделяется первой цели (создание комфортных

условий жизнедеятельности на селе). Индекс упоминания соответствующей цели составил 0,50, а ее конкретизации – 0,03. Далее следуют такие направления, как активизация участия сельских жителей в реализации общественно значимых проектов и стимулирование инвестиционной активности. Чрезвычайно слабое отражение получили такие актуальные для современной сельской местности цели, как содействие созданию рабочих мест и формирование позитивного отношения к сельскому образу жизни. При этом необходимо отметить, что большинство положений Программы нашли отражение в соответствующих региональных документах только в части упоминания.

Сравнительная оценка качества нормативных документов различных регионов была проведена с помощью комплексных коэффициентов «конкретизация / полное соответствие» (позволяют оценить количество положений Программы, отраженное в региональных программах) и комплексных коэффициентов «полное соответствие / цели, задачи, мероприятия» (характеризуют степень конкретизации Программы на уровне субъектов федерации).

Так, с учетом значений первого комплексного коэффициента на первом месте с коэффициентом 0,33 оказалась подпрограмма Республики Северная Осетия-Алания, однако у двух других субъектов кластера «относительно неблагополучные» значение данного коэффициента оказалось равным нулю. В кластере «относительно благополучные» подпрограмма Орловской области имела нулевой коэффициент, у двух других регионов его значение составило 0,25 и 0,27. Аналогичная ситуация сложилась и в кластере «урбанизированные»: коэффициент равен нулю в Калининградской области, в двух других – 0,15 и 0,20. Во всех субъектах, составляющих кластер «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства», комплексные коэффициенты «конкретизация / полное соответствие» оказались равными нулю. И только в регионах кластера «использующие потенциал отрасли животноводства» значения коэффициентов равны 0,17–0,29.

Анализируя значения второго комплексного коэффициента в разрезе кластеров, можно отметить, что первое место занимают подпрограммы регионов, входящих в кластер «использующие потенциал отрасли животноводства», с коэффициентами 0,47; 0,60 и 0,80. На втором месте оказался кластер «относительно благополучные» – значе-

ния коэффициентов 0,27; 0,67 и 0,73. Регионы, составляющие кластер «урбанизированные», оказались на третьем месте (0,33; 0,67 и 0,67). Несмотря на то, что в Республике Северная Осетия-Алания (за счет высокой степени конкретизации положений Программы) значение комплексного коэффициента «полное соответствие / цели, задачи, мероприятия» составило 0,80 (максимальное), в двух других регионах данный показатель равен 0,33, поэтому кластер «относительно неблагополучные» занимает лишь четвертое место. На последнем месте оказались подпрограммы кластера «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства», значения данных коэффициентов в которых составили 0,27; 0,33 и 0,60.

Таким образом, можно сделать вывод об определенном сходстве в нормативных документах регионов, входящих в один кластер, несмотря на некоторые внутренние различия.

Очевидно, что оценка региональных документов, определяющих устойчивое развитие сельских территорий, по одному параметру недостаточно объективна. Необходимо комплексное рассмотрение их содержательной направленности и результатов реализации. С целью оценки практического осуществления мероприятий региональных подпрограмм устойчивого развития сельских территорий в рассматриваемых субъектах федерации был проанализирован уровень освоения средств, выделенных под их реализацию.

Так, в 2015 г. суммарный фактический объем финансирования всех программных мероприятий в изучаемых регионах превысил планируемый на 4,6% в связи с перевыполнением мероприятий по улучшению жилищных условий граждан на 36,6%, в то время как расходы на комплексное обустройство населенных пунктов объектами инфраструктуры и грантовую поддержку оказались ниже ожидаемых на 11,6 и 12,1% соответственно.

В 2015 г. наибольшую долю в структуре расходов заняли мероприятия по комплексному обустройству объектами инфраструктуры (55%), на долю улучшения жилищных условий пришлось 44%.

Для более объективной оценки объема средств, направленных на сельское развитие, в разрезе кластеров был рассчитан объем финансирования программных мероприятий в расчете на одного сельского жителя [20]. Анализ полученных данных показал, что наиболее полно средства программ устойчивого развития сельских территорий используются в субъектах федерации, пред-

ставляющих кластер «использующие потенциал отрасли животноводства». В указанных регионах финансирование программных мероприятий (за исключением грантовой поддержки) в расчете на одного сельского жителя максимально, а фактические расходы практически соответствуют запланированным. В среднем наименьшее финансирование в расчете на одного жителя получили программы регионов, представляющих кластер «относительно неблагополучные», а также «относительно благополучные», при этом фактические расходы в указанных кластерах несколько превышают запланированные. Таким образом, учитывая наиболее высокие социально-экономические показатели, которые были учтены в процессе кластеризации, можно говорить о наиболее эффективном использовании средств государственной поддержки регионами кластера «относительно благополучные». Анализ также показал, что в субъектах федерации, представляющих кластер «использующие потенциал отрасли животноводства», наиболее активно используются средства не только программы устойчивого развития сельских территорий, но и средства господдержки отрасли в целом.

Также следует отметить, что существуют и иные нормативные документы, направленные на улучшение условий воспроизводства трудовых ресурсов сельских территорий, пусть даже и косвенно. Абсолютно во всех субъектах федерации, представляющих каждый из рассматриваемых кластеров, одним из приоритетных направлений развития, обозначенных в стратегиях социально-экономического развития регионов, является развитие человеческого потенциала. В указанных документах предусмотрены мероприятия, направленные на повышение уровня рождаемости, сокращение смертности; укрепление здоровья населения, формирование здорового образа жизни; обеспечение доступным, качественным и непрерывным образованием; рост доходов населения, а также активизацию миграционной политики.

Все эти мероприятия получили отражение в таких региональных программах, как «Развитие здравоохранения», «Развитие физической культуры и спорта», «Социальная поддержка граждан», «Развитие образования», «Обеспечение доступным и комфортным жильем граждан», «Содействие занятости населения» и др. Однако указанные документы не учитывают специфику сельских территорий, и сельское население не

является целевой группой в рамках этих документов.

Анализ деятельности региональных законодательных и исполнительных органов власти в вопросах разработки нормативных актов, ориентированных на улучшение условий воспроизводства трудовых ресурсов в сельской местности, позволил также установить, что в единственном из исследуемых регионов – Республике Мордовия в Государственной региональной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. существует подпрограмма «Поддержка и развитие кадрового потенциала в АПК». Основные мероприятия ука-

занной подпрограммы направлены на совершенствование подготовки специалистов для АПК, а также на стимулирование закрепления молодых кадров.

Для комплексной оценки позиций рассматриваемых кластеров и регионов с помощью метода суммы мест был составлен их общий рейтинг, учитывающий содержательную направленность региональных документов, а также уровень использования возможностей государственной поддержки (табл. 2).

Среди кластеров на первом месте оказались субъекты федерации, входящие в кластер «использующие потенциал отрасли животноводства», на втором – в кластер «урбанизированные»,

Таблица 2

Рейтинг кластеров и представляющих их регионов на основе оценки содержательной направленности документов, определяющих устойчивое развитие сельских территорий, и уровня использования возможностей государственной поддержки
Rating of clusters and regions on the basis of evaluation of documents content that specify sustainable development of rural areas and possibilities of state support

Кластер, регион	Сумма мест	Место по содержательной направленности программы	Место по уровню использования возможностей государственной поддержки
<i>Кластеры</i>			
Кластер «использующие потенциал отрасли животноводства»	2	1	1
Кластер «урбанизированные»	6	3	3
Кластер «относительно благополучные»	7	2	5
Кластер «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства»	7	5	2
Кластер «относительно неблагополучные»	8	4	4
<i>Регионы</i>			
Республика Марий Эл	5	1	4
Орловская область	5	3	2
Республика Мордовия	6	5	1
Республика Алтай	9	6	3
Калужская область	9	3	6
Брянская область	11	4	7
Воронежская область	11	2	9
Ульяновская область	12	4	8
Омская область	12	7	5
Ивановская область	15	3	12
Республика Северная Осетия-Алания	16	1	15
Астраханская область	16	6	10
Забайкальский край	17	6	11
Калининградская область	19	6	13
Ставропольский край	21	7	14

а на последнем – в кластер «относительно неблагоприятные».

Если рассматривать кластеры, имеющие развитое сельскохозяйственное производство с преобладанием растениеводства («относительно благоприятные» и «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства»), то по результатам комплексной оценки региональных документов их рейтинг одинаково низок. При этом следует заметить, что содержательная направленность программ гораздо выше в кластере «относительно благоприятные», в то время как возможности государственной поддержки лучше используются в кластере «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства». Что касается регионов, имеющих более развитое животноводство, то по всем критериям преобладает кластер «использующие потенциал отрасли животноводства», а кластер «относительно неблагоприятные» существенно отстает.

Среди регионов на первом месте находятся два субъекта федерации – Республика Марий Эл и Орловская область, всего на 1 балл отстает Республика Мордовия. Последнее место занимает Ставропольский край. В результате достаточно слабой конкретизации положений Программы в нормативных документах разных субъектов разброс баллов по содержательной направленности невелик.

Таким образом, проведенный анализ позволяет сделать вывод об определенном сходстве ситуации в сфере регулирования развития сельских территорий в рамках выделенных кластеров и имеющихся значительных резервах на региональном уровне, связанных как с совершенствованием программно-целевого планирования, так и с использованием средств государственной поддержки.

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время основным документом, определяющим развитие социально-трудовой сферы села на федеральном уровне, является федеральная целевая программа «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года». Как показал анализ, с точки зрения улучшения условий для воспроизводства трудовых ресурсов Программа имеет определенные ограничения. Так, содействие созданию высокотехнологичных рабочих мест на селе заявлено на уровне цели, однако на уровне мероприятий

данное направление в Программе не отражено. Не затронуты такие значимые для трудовой сферы проблемы, как повышение заработной платы и сокращение безработицы.

2. Предпосылки и возможности для укрепления социально-трудовой сферы села используются не в равной степени в различных регионах, поэтому целесообразно использовать типологию регионов для выявления имеющихся различий и обоснования приоритетных мер воздействия на рассматриваемые процессы. С помощью кластерного анализа были идентифицированы 5 типов регионов с условными названиями: «относительно благоприятные», «относительно неблагоприятные», «урбанизированные», «использующие потенциал отрасли животноводства», «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства». Между выделенными кластерами имеются определенные различия в качестве региональных программ устойчивого развития сельских территорий, а также в использовании возможностей государственной поддержки. Решение существующих проблем во многом зависит от возможностей и усилий региональных органов власти.

3. Для управления развитием социально-трудовой сферы села необходимо, чтобы нормативные документы регионального уровня развивали цели, определенные на федеральном уровне, максимально использовались возможности государственной поддержки. Контент-анализ содержания программ регионального уровня, регулирующих развитие сельских территорий, позволил оценить степень их смыслового соответствия Федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года», а также уровень конкретизации основных ее положений. Результаты анализа свидетельствуют о недостаточной проработке направлений по повышению устойчивости развития села на региональном уровне, а также о заметных различиях в качестве программных документов разных субъектов федерации.

4. Анализ объемов финансирования программных мероприятий в расчете на одного сельского жителя в разрезе кластеров показал, что несмотря на большой разброс их значений внутри кластеров между кластерами имеются явные различия в использовании возможностей государственной поддержки.

5. Для комплексной оценки позиций рассматриваемых регионов с помощью метода суммы мест был составлен их общий рейтинг, учитываю-

щий содержательную направленность региональных документов, определяющих устойчивое развитие сельских территорий и уровень использования возможностей государственной поддержки. В разрезе кластеров на первом месте оказались субъекты федерации, входящие в кластер «исполь-

зующие потенциал отрасли животноводства», на втором – в кластер «урбанизированные», на третьем месте – в кластеры «относительно благополучные» и «недоиспользующие потенциал отрасли растениеводства», а на последнем – в кластер «относительно неблагополучные».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Распоряжение* Правительства РФ от 30.11.2010 № 2136-р «Об утверждении Концепции устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 г.» // СЗ РФ. – 2010. – № 50. – Ст. 6748.
2. *Распоряжение* Правительства РФ от 02.02.2015 г. № 151-р «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года» // СЗ РФ. – 2015. – № 6. Ст. – 1014.
3. *Постановление* Правительства РФ от 15.07.2013 № 598 «О федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 годы и на период до 2020 года» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/3313/>. – (Дата обращения: 01.02.2017).
4. *Национальный доклад* «О ходе и результатах реализации в 2015 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/71395766/>. – (Дата обращения: 01.09.2017).
5. *Панов М.М.* Внутрирегиональная типология сельских территорий (на примере Вологодской области) // Проблемы развития территории. – 2015. – № 2 (76). – С. 159–173.
6. *Сарбашиев Э.Б.* Особенности социально-экономического развития сельских территорий // Мир науки, культуры, образования. – 2012. – № 6 (37). – С. 101–103.
7. *Антонова Н.И.* Подсистемы сельской территории: структура, цели, функции // Островские чтения. – 2016. – № 1. – С. 452–457.
8. *Кудрявцева О.В.* Приоритетные направления формирования и использования рабочей силы по типам сельских территорий региона // Экономические исследования. – 2010. – № 1. – С. 7.
9. *Храмцова Т.Г., Леонтьева В.В.* Комплексная оценка уровня развития сельских территорий // Вестн. Белгород. ун-та кооперации, экономики и права. – 2010. – № 2. – С. 62–71.
10. *Меренкова И.Н.* Диагностика уровня развития сельских территорий // Региональная экономика: теория и практика. – 2010. – № 24. – С. 49–55.
11. *Межонова Н.В.* Типология сельской местности как инструмент региональной политики // АПК: экономика, управление. – 2009. – № 2. – С. 81–84.
12. *Дронова М.В.* Методика типизации сельских территорий // Агропродовольственная политика России. – 2015. – № 4 (16). – С. 75–77.
13. *Газизов Р.М.* Устойчивое развитие сельских территорий: метод оценки и типологизации (на примере Красноярского края) // Актуальные проблемы экономики и права. – 2014. – № 3 (31). – С. 34–42.
14. *Методические подходы к зонированию сельских территорий на основе комплекса индикаторов оценки уровня устойчивости их развития/ А. И. Голубева, В. И. Дорохова, А. Н. Дугин, А. М. Суховская* // Вестн. Мичурин. гос. аграр. ун-та. – 2015. – № 3. – С. 142–149.
15. *Большакова Ю.А.* Факторы и показатели устойчивого развития социальной инфраструктуры сельских территорий // Вестн. НГИЭИ. – 2015. – № 11 (54). – С. 15–21.
16. *Трухачев В.И., Банникова Н.В., Анохин Д.С.* Формирование стратегии развития сельскохозяйственных предприятий в системе отраслевого стратегического планирования. – Ставрополь: Изд-во СтГАУ «АГРУС», 2011. – 126 с.
17. *Информационный портал* «Региональное законодательство» [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.regionz.ru>. – (Дата обращения: 01.02.2017).

18. *Региональное законодательство*. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru>. – (Дата обращения: 01.02.2017).
19. *Информационный портал «Законодательство РФ»* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lawsrf.ru>. – (дата обращения: 01.02.2017).
20. *Информационный справочник о мерах и направлениях государственной поддержки агропромышленного комплекса Российской Федерации* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gp.specagro.ru/region/rf/28/9/2017>. – (Дата обращения: 01.02.2017).

REFERENCES

1. SZ RF (Code of laws of the Russian Federation), 2010, No. 50, art. 6748.
2. SZ RF (Code of laws of the Russian Federation), 2015, No 6, art. 1014.
3. Available at: <http://government.ru/docs/3313/>
4. Available at: <http://base.garant.ru/71395766/>
5. Panov M. M., *Problemy razvitija territorii*, 2015, No. 2 (76). pp. 159–173. (In Russ)
6. Sarbashev Je.B., *Mir nauki, kul'tury, obrazovanija*, 2012, No. 6 (37), pp. 101–103. (In Russ)
7. Antonova N. I., *Ostrovskie chtenija*, 2016, No. 1, pp. 452–457. (In Russ)
8. Kudrjavceva O. V., *Jekonomicheskie issledovanija*, 2010, No. 1, p. 7. (In Russ)
9. Hramcova T. G., Leont'eva V.V., *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperacii, jekonomiki i prava*, 2010, No. 2, pp. 62–71. (In Russ)
10. Merenkova I. N., *Regional'naja jekonomika: teorija i praktika*, 2010, No. 24, pp. 49–55. (In Russ)
11. Mezhonova N. V., *APK: Jekonomika, upravlenie*, 2009, No. 2, pp. 81–84. (In Russ)
12. Dronova M. V., *Metodika tipizacii sel'skih territorij*, 2015, No. 4 (16), pp. 75–77. (In Russ)
13. Gazizov R. M., *Aktual'nye problemy jekonomiki i prava*, 2014, No. 3 (31), pp. 34–42. (In Russ)
14. Golubeva A. I., Dorohova V. I., Dugin A. N., Suhovskaja A. M., *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, No. 3, pp. 142–149. (In Russ)
15. Bol'shakova Ju. A., *Vestnik NGLJeI*, 2015, No. 11 (54), pp. 15–21. (In Russ)
16. Truhachev V. I., Bannikova N. V., Anohin D. S., *Formirovanie strategii razvitija sel'skohozjajstvennyh predpriyatij v sisteme otraslevogo strategicheskogo planirovanija* (Formation of a strategy for the development of agricultural enterprises in the system of sectoral strategic planning), Stavropol», Izd-vo StGAU AGRUS, 2011, 126 p.
17. Available at: <http://www.regionz.ru>
18. Available at: <http://docs.cntd.ru>
19. Available at: <http://www.lawsrf.ru/>
20. Available at: <http://www.gp.specagro.ru/region/rf/28/9/2017>

УДК 631.155.1:656.13 (571.1/5)

**ТРАНСПОРТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
ПРОИЗВОДСТВА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ:
СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

¹В. М. Кабаков, кандидат экономических наук

¹О. Г. Кабакова, кандидат экономических наук

¹А. Т. Стадник, доктор экономических наук, профессор

²М.С. Камзабаева, доктор экономических наук, доцент

¹Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия

²Новосибирский государственный университет
экономики и управления, Новосибирск, Россия

E-mail: kabakovao@inbox.ru

Ключевые слова: транспортный комплекс, сельскохозяйственное производство, совершенствование транспортного обслуживания сельскохозяйственного производства, инфраструктура, сельские территории, аграрно-промышленный комплекс Новосибирской области

Реферат. Проведен анализ развития транспортного комплекса Новосибирской области в аспекте удовлетворения потребностей сельскохозяйственных производителей региона в транспортных услугах, статистический анализ развития дорожной сети, показателей работы транспортного комплекса региона. Установлено, что сеть автомобильных дорог за период с 2010 по 2015 г. увеличилась в 1,9 раза, в том числе дорог с твердым покрытием – на 7862 км. Показана статистическая зависимость показателей работы транспортного комплекса от экономических показателей сельскохозяйственного производства. Коэффициент корреляции между ними составил 0,85, что говорит о высокой степени взаимозависимости. Анализ литературных источников показал, что основным видом транспорта при обслуживании сельскохозяйственного производства будет автомобильный. Указанный вид транспорта имеет ряд преимуществ, в том числе возможность доставки грузов по технологии «от двери до двери», высокая маневренность и гибкость, возможность использования различных маршрутов и схем доставки, возможность формирования партий груза различного объема, широкий выбор перевозчиков. Вместе с тем коэффициент корреляции между объемами перевозок автомобильным транспортом и стоимостными показателями работы сельхозпроизводителей равен 0,45, что говорит о несовершенстве рынка автомобильных перевозок и его неготовности предложить качественное транспортное обеспечение сельскому хозяйству. Проведено сопоставление развития транспортного обеспечения сельскохозяйственного производства в современных условиях и в период командно-административной системы хозяйствования. Предложены направления развития транспортного комплекса региона в целях повышения качества транспортного обеспечения сельскохозяйственного производства Новосибирской области.

**LOGISTICS IN AGRICULTURE OF NOVOSIBIRSK REGION:
SITUATION, PROBLEMS AND WAYS OF DEVELOPMENT**

¹Kabakov V.M., Candidate of Economics

¹Kabakova O.G., Candidate of Economics

¹Stadnik A.T., Dr. of Economic Sc., Professor

²M.S. Kamzabaeva, Doctor of Economics, Associate Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University,

²Novosibirsk, Russia

Key words: transport complex, agricultural production, improvement of transport service in agriculture, infrastructure, rural areas, agribusiness of Novosibirsk region.

Abstract. The paper analyzes development of logistics in Novosibirsk region in the aspects of fulfillment of agricultural producers' needs in transport service. The authors analyze development of road system and

indicators of transport complex development in the region. The authors found out that road system has increased in the period 2010-2015 in 1.9 times and hard-top roads – on 7862 km. The article shows statistical relation between transport complex and economic indicators of agricultural production. Correlation coefficient was 0.85 that speaks about close relation between these parameters. The analysis of scientific literature has shown that the auto transport is the main kind of transport for agricultural production. This transport has some advantages including “house-house” cargo delivery, high mobility and flexibility, possibility of using different routes and cargo delivery, possibility of different cargo size and wide range of choosing shipping carriers. Correlation coefficient between cargo size by cars and costs of agricultural producers work is 0.45, which speaks about imperfection of logistic market and its non-availability to suggest qualitative transport support for agriculture. The authors compare logistic development for agricultural production at the current moment and in the period of command-and-control economic system. The authors suggest the ways of logistic development in the region in order to improve the quality of logistics for agricultural production in Novosibirsk region.

Транспорт играет важную роль в функционировании агропромышленного комплекса в целом и определяет уровень эффективности работы сельскохозяйственных производителей в частности. Чернявский И. Ф. отмечал высокий уровень влияния степени развития дорожно-транспортных условий на специализацию сельскохозяйственного производства регионов помимо природно-климатических и других экономических факторов, так как снижение затрат на транспортировку существенно влияет на производительность труда [1].

Новосибирская область обладает достаточно развитым транспортным комплексом, который характеризуется наличием центров формирования, накопления, обработки и распределения грузовых и пассажирских потоков, совокупностью складских и таможенных терминалов, железнодорожных станций-терминалов, вокзалов, аэропортов.

По Новосибирской области проходят следующие крупнейшие транспортные артерии восточной части страны:

- 1) Транссибирская, Туркестано-Сибирская, Среднесибирская железнодорожные магистрали;
- 2) федеральные автодороги М-51, М-53 (Москва–Челябинск–Новосибирск–Владивосток) и М-52 (выход на Страны Средней Азии, Монголии, Китая);
- 3) региональные автодороги с выходом на Северную широтную магистраль (Томск), Северо-Восточный Казахстан, Южный Кузбасс, сельскохозяйственные районы Алтая;
- 4) река Обь, играющая важную роль в транспортном обслуживании северных нефтедобывающих районов Сибири;
- 5) узловой аэропорт Толмачёво, осуществляющий авиасообщение с 80 городами России, ближнего и дальнего зарубежья и имеющий

большое значение как пункт транзитной посадки воздушных судов, выполняющих рейсы между Японией, Кореей, Китаем и городами Западной Европы, а также обеспечении транзитов по кроссполярным линиям.

В соответствии со Стратегией устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 г. одним из приоритетных направлений является обеспечение развития дорожно-транспортной инфраструктуры сельских территорий. Стратегией определено, что отдельные мероприятия, направленные на обеспечение устойчивого развития сельских территорий, с учетом ведомственной принадлежности целесообразно включать в состав отраслевых государственных программ Российской Федерации, в том числе в сфере транспорта с выделением целевых показателей развития сельских территорий отдельной строкой. При внесении изменений в указанные отраслевые государственные программы целесообразно группировать мероприятия по развитию сельских территорий в рамках отдельно выделяемых задач или подпрограмм [2].

В этой связи изучение закономерностей развития транспортного комплекса Новосибирской области и его потенциальных возможностей по транспортному обслуживанию сельскохозяйственного производства является актуальной задачей в целях определения и нейтрализации возможных «узких» мест при реализации государственной политики в сфере устойчивого развития национального сельского хозяйства [3].

Цель исследования – изучить состояние транспортного комплекса Новосибирской области в аспекте транспортного обслуживания сельскохозяйственного производства региона и определить пути его совершенствования.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования явились структурные элементы транспортного комплекса Новосибирской области. Материалами для исследования послужили данные Министерства транспорта и дорожного хозяйства, а также Министерства сельского хозяйства Новосибирской области, Федеральной службы государственной статистики. В работе использовались следующие методы исследований: анализ и синтез, сравнение, статистико-экономический, исторический и табличный.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Новосибирская область располагает всеми современными видами транспорта. Транспортный комплекс имеет 1512 км железнодорожных путей, 647 км внутренних водных путей, 27958 км автомобильных дорог общего пользования, более

10000 км муниципальной автодорожной сети, 199 км трамвайных и троллейбусных линий, 15,8 км метрополитенных путей и 12 станций метрополитена, 74 железнодорожных вокзала, 19 автовокзалов и автостанций, в 10 районах функционируют автовокзалы, совмещенные с железнодорожными [4].

Каждый вид транспорта имеет свои особенности, формируемые характеристиками их работы, в их числе: время доставки, частота отправок грузов, привязанность к графику движений, способность перевозить грузы с разными физико-химическими свойствами, способность доставлять груз в любую точку территории, стоимость перевозки [5]. Для определения степени влияния видов транспорта на сельскохозяйственное производство рассмотрим особенности функционирования каждого вида транспорта (табл. 1) [6].

Авиационный транспорт представлен в Новосибирской области двумя аэропортами: международный аэропорт Толмачево и аэропорт Чкаловский. Самым большим аэропортом

Таблица 1

Протяженность путей сообщения общего пользования Новосибирской области (на конец года), км
Mileage of Novosibirsk region (in the end of the year); km

Пути сообщения	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Железнодорожные пути	1511	1512	1512	1512	1512	1512
Автомобильные дороги	14378	14485	22651	25673	26140	27958
в том числе с твердым покрытием	11528	11657	15933	17604	18134	19390
Внутренние судоходные пути	647	647	647	647	647	647

Новосибирска является международный аэропорт Толмачево. В настоящее время это крупнейший аэропортовый комплекс в Сибири и на Дальнем Востоке России. Аэропорт Толмачево является местом базирования одного из крупнейших российских авиационных перевозчиков – авиакомпании S7. Аэропорт Чкаловский обслуживает ведомственный парк воздушных судов, полеты в рамках производственного процесса и поисково-спасательного отряда.

В Новосибирской области можно выделить два крупных предприятия речного транспорта: Западно-Сибирское речное пароходство и Новосибирский речной порт. Данные предприятия работают в Новосибирской, Томской, Тюменской областях, Алтайском крае, осуществляют северный завоз, обеспечивают связь с Северным морским путем.

Речной транспорт играет существенную роль в обеспечении межрегиональных перевозок в рай-

оны севера Сибири (Томская, Тюменская области). Основу грузопотока внутреннего водного транспорта составляют строительные материалы (щебень, песок, сборный железобетон, топливо), а также грузы, направляемые в рамках северного завоза. Таким образом, речной транспорт позволяет удерживать рынки сбыта для предприятий строительной индустрии области. Основной проблемой развития речного транспорта является недостаточный уровень его стыковки с железнодорожным транспортом, осуществляющим перевозку сыпучих грузов от карьеров к портам [7]. Достоинства внутреннего водного транспорта, такие как высокие показатели провозной способности, низкая себестоимость перевозок и капиталоемкость, нивелируются территориальной ограниченностью перевозок, низкой скоростью доставки, зависимостью от навигационных условий и сезонностью. С учетом описанных особенностей функционирования внутреннего водного (речного) транспорта

его нельзя назвать основным видом транспорта, способным обеспечить потребности сельскохозяйственных производителей в транспортных услугах. Однако номенклатура перевозимых грузов говорит о том, что при строительстве объектов сельскохозяйственного производства, перерабатывающей промышленности и других объектов инфраструктуры сельских территорий присутствие данного вида транспорта будет влиять на рациональное размещение производительных сил агропромышленного транспорта.

Трубопроводный транспорт – узкоспециализированный вид транспорта и является составной частью государственной транспортной системы. В состав трубопроводного транспорта входят нефтепроводы, газопроводы и продуктопроводы. По Новосибирской области проходит магистральный нефтепровод «Гуймазы – Омск – Новосибирск», также трубопроводный транспорт представлен сетью газопроводов, развитие которой происходит в рамках подпрограммы «Газификация» государственной программы Новосибирской области «Жилищно-коммунальное хозяйство Новосибирской области в 2015–2020 годах». Степень доступности природного газа, позволяющего с меньшими затратами решить вопросы электро- и теплоснабжения, будет еще одной точкой роста для снижения издержек сельскохозяйственного производства и повышения качества жизни на селе. Таким образом, трубопроводный транспорт хотя непосредственно не участвует в транспортном обеспечении сельскохозяйственного производства, является важным фактором для социально-экономического развития сельских территорий области.

Железнодорожный транспорт представлен главной транспортной артерией – Транссибирской железнодорожной магистралью с выходами на Туркестано-Сибирскую и Среднесибирскую магистрали. Отмечаются следующие преимущества данного вида транспорта для потребителей транспортных услуг: высокая провозная и пропускная способность, независимость от климатических условий, времени года и суток, относительно низкие тарифы, высокая скорость доставки на большие расстояния. Вместе с тем имеются отдельные недостатки его функционирования: ограниченное число операторов перевозок, высокая капиталоемкость производственно-технической базы, отсутствие возможности осуществлять доставку грузов по технологии «от двери до двери», высокая материалоемкость и энергоемкость перевозок, низкий

уровень качества транспортных услуг (недостаточная сохранность грузов и т.д.). Рассматривая в совокупности достоинства и слабые стороны железнодорожного транспорта, необходимо отметить его способность перевозить массовые грузы в интересах сельского хозяйства, таким образом, можно сделать вывод, что наличие на сельской территории региона объектов железнодорожного транспорта будет являться важным фактором развития сельскохозяйственного производства.

Автомобильный транспорт представлен сетью автомобильных дорог и большой совокупностью независимых перевозчиков и экспедиторов. Автомобильный транспорт характеризуется как сильными сторонами: возможность доставки грузов по технологии «от двери до двери», высокая маневренность и гибкость, возможность использования различных маршрутов и схем доставки, формирования партий груза различного объема, выбора перевозчика, наиболее полно соответствующего условиям транспортировки грузов; так и недостатками: низкая производительность, зависимость от погодных и дорожных условий, относительно высокая себестоимость перевозок на большие расстояния, а также сравнительно малая грузоподъемность. Совокупность данных характеристик делает автомобильный транспорт основным поставщиком транспортных услуг для сельскохозяйственных производителей.

Учитывая основную роль автомобильного транспорта в транспортном обеспечении сельскохозяйственного производства, необходимо отметить основные проблемы его функционирования – слабая развитость сети автомобильных дорог и их низкая пропускная способность. Неудовлетворительная транспортная доступность в большинстве сельских населенных пунктов влияет на экономические показатели сельхозпроизводства и уровень жизни в сельских территориях и порождает перечень негативных социально-экономических последствий [8]:

- увеличение времени пребывания в пути к месту оказания скорой медицинской помощи и лечения;
- снижение качества при одновременном увеличении стоимости товарной сельскохозяйственной продукции;
- снижение производительности сельскохозяйственного производства и снижение доходов работников, занятых в сельском хозяйстве;

– дополнительное уничтожение посевов и покосов из-за образования объездов на грунтовых автодорогах в период распутицы.

Важность темы, рассматриваемой в статье, определяется тем, что транспортные расходы составляют значительную долю в себестоимости конечного продукта сельскохозяйственного производства, при этом имеется устойчивая тенденция к их увеличению. Помимо возрастания стоимости перевозок на единицу подвижного состава, что вызывает увеличение эксплуатационных затрат, возрастают цены на горючесмазочные материалы.

Также на величину транспортных расходов влияет дальность перевозки сельскохозяйственных грузов от места их производства до конечного пункта доставки. В этой связи оптимизации транспортных расходов способствует учет уровня развития транспортно-дорожной сети при определении специализации сельскохозяйственного производства, а также близость расположения предприятий перерабатывающей отрасли агропромышленного комплекса [9].

Особенности сельскохозяйственного производства, а именно сезонность производственных процессов и характер производимых грузов, основная масса которых являются скоропортящимися, а другим необходимы специальные условия перевозки, предъявляют свои требования к транспортным услугам.

Комплексное влияние транспорта на агропромышленный комплекс проявляется в том, что при низком уровне качества транспортного обслуживания сельскохозяйственного производства возрастает нагрузка на складское хозяйство агропромышленного комплекса.

По нашему мнению, решение задачи по оптимизации транспортных расходов при производстве сельскохозяйственной продукции должно происходить по двум направлениям:

1. Совершенствование работы транспорта.
2. Оптимизация территориального расположения предприятий сельского хозяйства и пере-

рабатывающей отрасли агропромышленного комплекса.

Опыт практической деятельности сельскохозяйственных предприятий как в условиях административно-командного способа управления экономикой, так и в условиях рыночных отношений показывает, что причиной низкой производительности автомобильного транспорта является раздробленность подвижного состава по предприятиям сельскохозяйственного производства [10, 11]. На определенном этапе развития сельского хозяйства это, возможно, оправданно, но развитие рыночных отношений, создание новых хозяйственных связей, в том числе межотраслевого характера, предъявляют высокие требования к качеству оказания транспортных услуг.

Повышение качества транспортного обслуживания возможно путем создания автотранспортных предприятий, которые будут осуществлять транспортное обслуживание сельскохозяйственных производителей, что позволит последним оптимизировать структуру своих основных производственных фондов в целях совершенствования транспортного обеспечения внутрипроизводственных технологических процессов [12].

Снижение себестоимости транспортных услуг будет обусловлено тем, что специализированные транспортные предприятия более эффективно используют подвижной состав путем снижения холостых пробегов, максимального использования грузоподъемности и объема кузовов, повышения технической и эксплуатационных скоростей имеющегося подвижного состава, а также снижения общих эксплуатационных расходов при использовании транспортных средств. Помимо этого, специализированные автотранспортные предприятия смогут планировать загрузку подвижного состава, учитывая сезонное снижение спроса на транспортные услуги со стороны сельскохозяйственных производителей, и тем самым снизить амортизационные издержки на автотранспортные средства в сумме затрат на перевозки

Таблица 2

Объем перевозок по видам транспорта в Новосибирской области, тыс. т
Cargos classification on transport means of Novosibirsk region, thous t

Транспорт	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Всего	50909	52149	60068	52375	49117	45040
Железнодорожный	14035	15564	17292	17290	16201	13756
Автомобильный	33554	33195	41734	33737	31785	31052
Внутренний водный	3312	...	...	...	...	...
Воздушный	8	...	...	...	...	...

грузов сельского хозяйства. В табл. 2 рассмотрены объемы перевозок различными видами транспорта в Новосибирской области.

В целях определения роли видов транспорта в транспортном обслуживании сельскохозяйственного производства проведем оценку показателей функционирования транспортного комплекса Новосибирской области и их сравнительный анализ с основными показателями сельскохозяйственного производства региона.

В соответствии с данными, представленными в табл. 1, плотность дорожной сети на 1 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения в рассматриваемый период возрастает и по состоянию на 2015 г. равна 2,5. Это говорит о том, что уровень развития дорожной сети не соответствует даже нормативу СССР на 1982 г., который составлял 2,7–3,0 км на 1 тыс. га сельскохозяйственных угодий [13]. Вместе с тем положительная динамика показателя развития дорожной сети свидетельствует о развитии благоприятных

транспортных условий для сельскохозяйственного производства. В табл. 3 показан грузооборот по видам транспорта в Новосибирской области.

Корреляционный анализ грузооборота и экономических показателей сельскохозяйственного производства (табл. 4) говорит о высокой степени связи по грузообороту транспортного комплекса (0,85) и незначительной связи с грузооборотом автомобильного транспорта (0,45). Последний расчетный показатель говорит в пользу гипотезы, что сельхозпроизводители пользуются ведомственным технологическим транспортом для удовлетворения своих потребностей в транспортных услугах и не пользуются услугами специализированных автотранспортных предприятий. В этой связи можно предположить, что имеются резервы оптимизации транспортных расходов сельскохозяйственных производителей путем «делегирования» несвойственных функций сторонним поставщикам транспортных услуг.

Таблица 3

**Грузооборот по видам транспорта в Новосибирской области, млн ткм
Cargo turnover on transport means of Novosibirsk region, mln thous km**

Транспорт	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Всего	92509	96750	98546	99241	104598	104445
Железнодорожный	88678	92857	95449	96287	102007	102022
Автомобильный	1512	1731	2409	2587	2415	2276
Внутренний водный	2205	...	...	...	...	...
Воздушный	114	...	...	...	...	...

Таблица 4

**Экономические показатели сельскохозяйственного производства Новосибирской области
Economic indicators of agricultural production in Novosibirsk region**

Показатель	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Продукция сельского хозяйства, млн руб.	52741	60425	56035	66374	71408	88079
В том числе						
продукция растениеводства	21936	26860	21399	30589	28401	37957
продукция животноводства	30805	33565	34636	35785	43007	50122

В табл. 5 рассмотрим показатели производства основных видов сельскохозяйственной продукции в Новосибирской области за 2010–2015 гг.

Оценивая показатели работы транспорта по его видам (см. табл. 2) в соотношении с объемами сельскохозяйственного производства (табл. 5), можно говорить о том, что доля грузов сельскохозяйственного производства в общем объеме перевозок транспортного комплекса в целом и автомобильного транспорта в среднем составляет 7,7 и 11,7% соответственно. Указанные расчетные показатели демонстрируют потенциальное существенное влияние сельскохозяйственного про-

изводства на работу транспортного комплекса. В этой связи развитие дорожной сети создает запас провозной и пропускной способности в случае увеличения потребности сельскохозяйственных производителей в транспортных услугах.

Проведенное исследование и анализ литературных источников, изданных в различные исторические периоды [1, 14–19], наглядно демонстрирует единство взглядов по основным направлениям совершенствования транспортного обслуживания сельскохозяйственного производства:

– развитие автомобильного транспорта как ключевого вида транспорта, обладающего мак-

**Производство основных видов продукции животноводства и растениеводства в хозяйствах
Новосибирской области, тыс. т**

Main types of plant and animal production at the farms of Novosibirsk region, thousands t

Продукция	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Зерновые культуры	2350,3	2503,3	1239,5	2292,6	1784,6	2196,5
Льноволокно	6,2	6,2	6,6	6,5	5,2	3,4
Картофель	537,4	617,3	286,8	550,9	443,5	504,8
Овощи, всего	195,8	235,6	243,1	223,2	211,2	201,1
Плоды и ягоды	8,3	11,2	12,5	13,8	10,5	12,3
Мясо						
в живой массе	208,9	224,0	231,1	225,0	236,6	233,5
в убойной массе	142,1	155,4	158,3	155,4	165,7	165,2
Молоко	757,1	775,3	713,1	654,2	660,5	661,5
Яйца, млн шт.	1281,6	1319,2	1323,9	1340,9	1253,7	1254,8
Шерсть, т	197	200	422	340	289	283

симальной мобильностью и наименьшей зависимостью от наличия путей сообщения, требующих серьезных капитальных вложений в их строительство и развитие;

– повышение эффективности эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта за счет совершенствования организации его использования, при этом надо полагать, что основным условием повышением производительности автотранспорта будет делегирование непрофильных операций по транспортировке сельскохозяйственных грузов сторонним организациям (аутсорсинг). Таким образом, будут созданы экономические условия для формирования специализированных автотранспортных предприятий, в том числе для обслуживания сельскохозяйственного производства;

– улучшение дорожных условий за счет строительства дорог с твердым покрытием, позволяющее сельхозпроизводителям снизить транспортные затраты на перемещение основных материальных потоков;

– развитие экономических механизмов и форм комплексного использования всех видов транспорта, обслуживающих отрасли агропромышленного комплекса на основе современных транспортно-экспедиционных и логистических технологий.

ВЫВОДЫ

1. Транспортные условия оказывают существенное влияние на эффективность функционирования сельскохозяйственного производства Новосибирской области и являются ключевым фактором при размещении предприятий сельско-

го хозяйства и перерабатывающей промышленности агропромышленного комплекса региона.

2. Доля грузов сельскохозяйственного производства в общем объеме перевозок транспортного комплекса Новосибирской области в целом и автомобильного транспорта в среднем составляет 7,7 и 11,7% соответственно, что свидетельствует о значительном влиянии результатов сельскохозяйственного производства на показатели работы транспортного комплекса региона.

3. Транспортные расходы составляют значительную долю в себестоимости конечного продукта сельскохозяйственного производства, при этом имеется устойчивая тенденция к их увеличению.

4. В транспортном обеспечении сельскохозяйственного производства основная роль отводится автомобильному транспорту, при этом необходимо отметить основные проблемы его функционирования – слабая развитость сети автомобильных дорог и их низкая пропускная способность.

5. Оптимизация транспортных расходов при производстве сельскохозяйственной продукции должна происходить по двум направлениям: совершенствование организации работы транспорта и оптимизация территориального размещения предприятий сельского хозяйства и перерабатывающей отрасли агропромышленного комплекса.

6. Предложены направления совершенствования транспортного обеспечения сельскохозяйственного производства Новосибирской области с учетом особенностей каждого вида транспорта, представленного в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Чернявский И.Ф.* Инфраструктура сельскохозяйственного производства: (Вопросы теории и практики). – М.: Экономика, 1979. – 232 с.
2. *Стратегия* устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 02.02.2015 № 151-р. [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
3. *Федеральный закон* от 29.12.2006 № 264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства» (в ред. ФЗ от 12.02.2015 № 10-ФЗ) [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
4. *Концепция* развития транспортной инфраструктуры Новосибирской области: утв. распоряжением администрации Новосиб. обл. от 17.04.2009 № 120-ра [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://novosib-gov.ru>.
5. *Кархова С.А.* Управление инвестиционными процессами в нефтегазовых корпорациях// Вестн. Юж.-Урал. гос. ун-та. Сер. Экономика и менеджмент. –2017. – Т. 11, № 1. – С. 65–73.
6. *Новосибирская область.* 2016: стат. ежегодник / Территориал. орган ФСГС по Новосиб. обл. – Новосибирск, 2016.
7. *Концепция* устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства РФ от 30.11.2010 № 2136-р [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
8. *Кородюк И.С.* Состояние и перспективы развития транспортного комплекса Иркутской области// Проблемные аспекты развития транспортной системы: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. Г.В. Давыдовой, Г.Н. Войниковой, А.И. Бирюковой. – Иркутск, 2015. – С. 77–84.
9. *Панело В.Н., Ковтун Б.А.* Вопросы государственного регулирования устойчивого развития сельских территорий // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 12–3 (65–3). – С. 175–179.
10. *Шелковников С.А., Петухова М.С.* Совершенствование региональных программ поддержки сельского хозяйства// Вестн. Курск. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 7. – С. 12–17.
11. *Чернова С.Г.* Формирование и развитие рыночно-индикативного экономического механизма управления сельским хозяйством// Вестн. Новосиб. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 4 (33). – С. 207–210.
12. *Рудой Е.В.* Организационно-экономический механизм функционирования логистического центра сельскохозяйственной и продовольственной продукции в регионе// Инновации и продовольственная безопасность. – 2013. – № 1 (1). – С. 150–154.
13. *Пешко Д.А.* Совершенствование производственной инфраструктуры сельского хозяйства. – Мн.: БелНИИНТИ, 1982. – 36 с.
14. *Тазетдинова А.С., Баяскаланова Т.А.* Формирование современных подходов к управлению инновационной деятельностью промышленного комплекса. – Иркутск: Иркут. гос. техн. ун-т, 2014. – 127 с.
15. *Колодин В.С., Бураков В.И., Третьяков М.М.* Проблемы становления и развития научных школ логистики// Активизация интеллектуального и ресурсного потенциала регионов: новые вызовы для менеджмента компаний: материалы 3-й Всерос. конф./ под науч. ред. С.В. Чупрова, Н.Н. Даниленко. – Иркутск, 2017. – С. 145–149.
16. *Бураков В.И.* Теоретические аспекты разработки логистической стратегии// Активизация интеллектуального и ресурсного потенциала регионов: новые вызовы для менеджмента компаний: материалы 2-й Всерос. конф.: в 2 ч. – Иркутск, 2016. – Ч. 1. – С. 48–54.
17. *Силантьев А.В.* К вопросу о понятии и классификации трансформации транспортно-логистических систем// Бизнес. Образование. Право. – 2016. – № 2 (35). – С. 90–96.
18. *Григорьева Е.В., Рубцов А.Г.* Реформа ведомственного автомобильного транспорта в России// Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: сб. ст. XV Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. – Чита: Забайкал. гос. ун-т, 2015. – Ч. 2. – С. 117–121.
19. *Агропродовольственный рынок* Сибири: особенности формирования и перспективы развития / Е.В. Афанасьев, С.М. Головатюк, Е.В. Рудой, Т.И. Утенкова // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2010. – № 12. – С. 89–97.

REFERENCES

1. Chernyavskii I.F. *Infrastruktura sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: (Voprosy teorii i praktiki)* (The infrastructure of agricultural production (Theory and practice)), Moscow, Ekonomika, 1979, 232 p.
2. Strategiya ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 02 fevralya 2015 goda № 151-р, Available at: <http://www.consultant.ru>.
3. Federal'nyi zakon ot 29 dekabrya 2006 goda № 264-FZ «O razvitii sel'skogo khozyaistva» (v red. FZ ot 12 fevralya 2015 goda № 10-FZ), Available at: <http://www.consultant.ru>.
4. Kontseptsiya razvitiya transportnoi infrastruktury Novosibirskoi oblasti, utverzhdena rasporyazheniem Administratsii Novosibirskoi oblasti ot 17 aprelya 2009 goda № 120-ра, Available at: <http://novosib-gov.ru>.
5. Karkhova S.A., *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment*, 2017, No. 1 (11), pp. 65–73. (In Russ.)
6. Novosibirskaya oblast». 2016: statisticheskii ezhegodnik, Territorial'nyi organ FSGS po Novosibirskoi oblasti, 2016, Novosibirsk.
7. Kontseptsiya ustoichivogo razvitiya sel'skikh territorii Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 30 noyabrya 2010 goda № 2136-р, Available at: <http://www.consultant.ru>.
8. Korodyuk I. S. *Problemyne aspekty razvitiya transportnoi sistemy* (Problematic aspects of the development of the transport system), Materials of scientific-practical conference with international participation, 2015, pp. 77–84. (In Russ.)
9. Papelo V. N., Kovtun B. A. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*, 2015, No. 12–3 (65–3), pp. 175–179. (In Russ.)
10. Shelkovnikov S.A., Petukhova M. S. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2015, No 7, pp. 12–17. (In Russ.)
11. Chernova S. G. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 4 (33), pp. 207–210. (In Russ.)
12. Rudoi E. V. *Innovatsii i prodovol'stvennaya bezopasnost*», 2013, No. 1 (1), pp. 150–154. (In Russ.)
13. Peshko D.A. *Sovershenstvovanie proizvodstvennoi infrastruktury sel'skogo khozyaistva* (Improvement of production infrastructure of agriculture), Minsk: BelNIINTI, 1982, 36 p.
14. Tazetdinova A. S., Bayaskalanova T.A. *Formirovanie sovremennykh podkhodov k upravleniyu innovatsionnoi deyatel'nost'yu promyshlennogo kompleksa* (The formation of modern approaches to management of innovative activity of the industrial complex), Irkutsk: Irkutskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet, 2014, 127 p.
15. Kolodin V. S., Burakov V.I., Tret'yakov M. M. *Aktivizatsiya intellektual'nogo i resursnogo potentsiala regionov: novye vyzovy dlya menedzhmenta kompanii* (To activate the intellectual and resource potential of regions: new challenges for management companies), Materials of the 3rd all-Russian conference, 2017, pp. 145–149. (In Russ.)
16. Burakov V.I. *Aktivizatsiya intellektual'nogo i resursnogo potentsiala regionov: novye vyzovy dlya menedzhmenta kompanii* (To activate the intellectual and resource potential of regions: new challenges for management companies), The materials of the 2nd all-Russian conference, 2016, pp. 48–54. (In Russ.)
17. Silant'ev A. V. *Biznes. Obrazovanie. Pravo*, 2016, No. 2 (35), pp. 90–96. (In Russ.)
18. Grigor'eva E.V., Rubtsov A. G. *Kulaginskii chteniya: tekhnika i tekhnologii proizvodstvennykh protsessov* (Kulaginsky read: technique and technology of production processes), The collection of reports of XV International scientific-practical conference, Zabaikal. gos. un., 2015, pp. 117–121. (In Russ.)
19. Afanas'ev E.V., Golovatyuk S.M., Rudoi E. V., Utenkova T.I. *Sib. Vestn. s. – kh. nauki*, 2010, No. 12, pp. 89–97. (In Russ.)

УДК 631.31 (571.56)

АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОЗДАНИЯ ЛЮЦЕРНОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)

М. И. Петрова, аспирант

В. В. Осипова, кандидат сельскохозяйственных наук

Октемский филиал Якутской государственной сельскохозяйственной академии, Октемцы, Россия

E-mail: oktemacad@rambler.ru

Ключевые слова: кормовая база, люцерна, агроэнергетическая эффективность, агроэнергетический коэффициент, прибыль, рентабельность, обменная энергия

Реферат. Проведен агроэнергетический и экономический анализ возделывания люцерны в условиях Привильюйской (на примере Нюрбинского района) и Приленской (на примере Олекминского района) климатических зон Якутии при разных приемах агротехники: сроках посева и нормах высева семян. Анализ показал, что на мерзлотных почвах Нюрбинского района республики посев люцерны под зиму гарантирует наивысшую прибыль и рентабельность при возделывании люцерны на семена и корм, превышающий контроль (весенний срок) по этим показателям на 28 и 30%; оптимальными нормами высева являются при выращивании на семена 1 кг/га, обеспечивающая рентабельность 72,6%, а на зеленую массу – 8 кг/га, где достигнута рентабельность 126%. На пойменных почвах Приленской зоны ранневесенний срок посева люцерны обеспечивает наивысшую семенную и кормовую продуктивность, а также максимальные энергетический коэффициент (на семенных посевах – 0,47, на кормовых – 3,46) и экономическую эффективность (рентабельность при возделывании на семена – 89,4, при возделывании на корм – 146%). Наиболее эффективными нормами высева здесь являются 1 и 2 кг/га, при которых достигается наибольшая семенная продуктивность люцерны с энергетическим коэффициентом 0,51–0,52 и рентабельностью производства 81,5–78,5%. На кормовые цели люцерну серповидную в этой зоне следует высевать с нормой высева 10 кг/га, при которой достигаются наивысшие показатели по энергетическому коэффициенту (2,91) и рентабельности производства (126%).

AGROENERGETIC AND ECONOMIC ASSESSMENT OF LUCERNE AGROPHYTOCENOSES IN THE REPUBLIC SAKHA (YAKUTIA)

Petrova M.I., PhD-student

Osipova V.V., Candidate of Agriculture

Oktemtsy branch of Yakutsk State Agricultural Academy, Octemtsy, Russia

Key words: food reserves, lucerne, agroenergetic efficiency, agroenergetic coefficient, profit, efficiency, exchange energy.

Abstract. The authors carry out agroenergetic and economic analysis of cultivating lucerne in the conditions of Privilyuyusk (Nyurbinsk district) and Prilensk (olekminsk district) climate zones of Yakutia when applying different agrotechnological means: seed time and seeding rate. The analysis has shown that lucerne seeding on cryogenic soil in winter provides the highest profit and efficiency when cultivating lucerne for seeds and feeds. This profit and efficiency exceeded the control variant (spring period) on 28% and 30%; the efficient seeding rate is 1 kg/ha when growing for seeds (efficiency 72,6 %) and 8 kg/ha when growing for green mass (efficiency 126%). Lucerne sowing in the early spring provides the highest seed and feed productivity and maximum energetic coefficient (on seed sowings – 0.47; on feed sowings – 3.46) and economic efficiency (efficiency when cultivation for seeds was 89,4; when cultivating for feeds – 146%). The most efficient rates of sowing were 1 and 2 kg/ha when it is possible to reach the highest seed productivity of lucerne with energetic coefficient 0.51-0.52 and efficiency 81.5-78.5%. The authors declare that for feeds seeding rate should be 10 kg/ha in this climatic zone when it is possible to reach the highest parameters on energetic coefficient (2.91) and efficiency of production (126%).

Основной проблемой развития животноводства в Республике Саха (Якутия) является дефицит кормов. В отличие от южных районов страны, естественные кормовые угодья здесь отличаются низкой продуктивностью, которая по причине нерационального их использования сократилась с 1,5–1,7 т/га сена в 50–60-е годы прошлого столетия до 0,5–0,7 т/га в последние годы [1, 2].

Кормопроизводство, которое является фундаментом развития животноводства, базируется в основном на злаковых кормовых растениях – однолетних и многолетних. Злаки доминируют в травостоях естественных лугов, кормовых агрофитоценозах. Все они, как правило, содержат недостаточно переваримого протеина, незаменимых аминокислот и физиологически активных веществ.

Недостаток высокобелковых кормов диктует необходимость завоза концентрированных кормов, что приводит к увеличению себестоимости продуктов животноводства и убыточности этой отрасли [3].

В условиях, когда завоз концентрированных кормов в Якутию сократился за последние 15 лет с 300 тыс. т до 7000 т, надой молока – с 1800 до 1100 кг в год, а поголовье крупного рогатого скота в расчете на одно хозяйство – с 1698 до 81 головы [4], встает задача быстрой реконструкции кормопроизводства в направлении обеспечения животноводства местными высокобелковыми кормами.

Показатели животноводства – основной отрасли сельского хозяйства, – носят нестабильный характер. Периодические засухи, ухудшающийся ботанический состав естественных сенокосов и пастбищ по причине интенсивного выпаса скота, отсутствие сенокосно-пастбищных оборотов привели к деградации луговых и пастбищных угодий [5].

Северные животные быстро и с большой отдачей реагируют на улучшение кормления. Так, в ОПХ «Покровское» при добавке к корму силоса и комбикормов получили удой от одной фуражной коровы 3000–3500 кг, что превысило удой при обычном кормлении в 1,5 раза [6]. Вместе с тем естественная кормовая база районов республики не обеспечивает сбалансированный по протеину и незаменимым аминокислотам зимний рацион животных.

Это приводит к необходимости возделывания бобовых, богатых переваримым белком и незаменимыми аминокислотами, и делает особо важной проблемой разработку приемов возделывания бобовых многолетних трав. Сегодня установлено, что наиболее перспективным видом является люцерна (*Medicago L.*), содержание протеина в сене которой колеблется от 15,0 до 18,4% в зависимости от условий произрастания [7].

Многолетние опыты по интродукции бобовых многолетних трав в Якутии, проводимые с 1929 г., лишь в последние годы [8, 9] показали реальную возможность ввести в хозяйственный оборот люцерну. В 1990-х годах селекционерами республики были созданы два первых сорта люцерны серповидной и изменчивой – Якутская желтая (А.С. Яковлев, А.А. Соромотина) и Сюлинская (Г.В. Денисов, В.С. Стрельцова) [10].

А.А. Соромотиной в 1993 г. [11] была разработана технология возделывания люцерны для условий Центральной Якутии, особенности ее выращивания на аласах Вилюйского бассейна изучили Г.В. Денисов и В.С. Стрельцова [12]. Однако на Севере люцерна не получила широкого распространения по причине отсутствия семян и чрезвычайно разнообразия почвенно-ландшафтных районов криолитозоны, что требует детализации технологически обоснованных особенностей возделывания люцерны в различных местопрорастаниях.

Учитывая, что в Якутии культура люцерны изучена недостаточно, нами была поставлена цель – определить экономическую эффективность сроков посева и норм высева семян люцерны серповидной в условиях различных почвенно-климатических зон Республики Саха (Якутия). В задачи исследований входила: сравнительная экономическая и агроэнергетическая оценка создания люцерновых агроценозов в двух разных районах республики – Нюрбинском (Привилуйская зона) и Олекминском (Приленская зона).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований являлся сорт люцерны серповидной Якутская желтая. Опыты по изучению сроков посева люцерны как на корм, так и на семена включали 5 вариантов: подзимний – 16 сентября, ранневесенний – 10 мая, весенний – 25 мая (контроль), летний – 10 июля, осенний – 20 августа. Опыты по изучению норм высева семян люцерны состояли из 5 вариантов при возделывании на корм: 8, 10, 12, 14, 16 кг/га, на семена также из 5 вариантов: 1, 2, 4, 6, 8 кг/га. Все опыты закладывались в четырехкратной повторности, учетная площадь делянки составляла 25 м².

Расчет проводился по технологическим картам выращивания люцерны на семена и корм с учетом всех затрат. При определении затрат совокупной энергии учитывали следующие статьи: тракторы, машины, сельскохозяйственная техни-

ка, горючесмазочные материалы, семена, удобрения, живой труд. Обменную энергию в урожае люцерны рассчитывали по содержанию сырой клетчатки и протеина [13].

Затраты совокупной энергии, учитывающие все технологические издержки, затраты на семена и уборку дополнительного урожая по каждому варианту опытов возрастают по мере увеличения урожайности надземной фитомассы и семян люцерновых агрофитоценозов [14, 15].

Для сопоставления приемов возделывания люцерны нами произведен расчет всех затрат в рублях на 1 га.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования проводились в Нюрбинском и Олекминском районах Центральной Якутии. В Центральную Якутию входит часть республики, находящаяся примерно между 60 и 64° северной широты и 118 и 135° восточной долготы. Эта территория включает среднее течение р. Лены, среднее и нижнее течение р. Вилюя и Алдана и водораздельные пространства между ними [16].

По показателю увлажнения Центральная Якутия соответствует степям частично полупустынным, причем наиболее засушливыми являются май и июнь. Вероятность сухих засушливых лет

в мае равна 100%, в июне – 75–90%. В отдельные годы засушливыми могут быть также июль и август. В это время запасы продуктивной влаги в почве в слоях 0–20, 0–50, 0–100 см могут снижаться соответственно до 10, 25 и 50 мм и ниже [17].

Агроэнергетический анализ сроков посева люцерны серповидной в условиях мерзлотных таежных палевых почв Привилуйской зоны республики (табл. 1) показал, что затраты совокупной энергии при возделывании люцерны на кормовые цели и семена сильно различаются между собой. Очень высокие затраты совокупной энергии при выращивании семян люцерны связаны с издержками на послеуборочное досушивание и очистку семян.

Как правило, уборку семенников люцерны в Привилуйской зоне проводят зерновыми комбайнами в первой декаде сентября, когда естественные тепловые ресурсы крайне ограничены, и для доведения семян до кондиционной влажности требуется искусственная сушка. Поэтому затраты совокупной энергии достигают 68 ГДж/га.

В то же время из-за небольшой урожайности семенников сбор обменной энергии с учетом сена-соломы невелик и составляет 22,8–28,6 ГДж/га, а окупаемость совокупной энергии всего 0,34–0,42. При этом больших отличий по вариантам срока посева не получено. Низкие коэффициенты энергетической эффективности (менее 1) свидетельствуют об экономической нецелесообразно-

Таблица 1

Агроэнергетическая и экономическая эффективность технологии возделывания люцерны при разных сроках посева в Нюрбинском районе
Agroenergetic and economic efficiency of the technology of cultivating Lucerne at different periods of sowing in Nyurbinsk district

Показатели	Срок посева на семена / корм				
	подзимний	ранневесенний	весенний (контроль)	летний	осенний
<i>При возделывании на семена + сено – солома</i>					
Урожайность семян/сена, ц/га	0,93/10	0,87/10	0,83/10	0,64/10	0,34/10
Прибыль, тыс. руб/га	29,4	25,4	22,8	10,2	-9,5
Рентабельность, %	91,9	79,6	72,3	32,1	-29,8
Выход обменной энергии, ГДж/га	28,6	27,4	26,6	22,8	26,8
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	68,12	68,05	68,04	68,03	68,00
Коэффициент энергетической эффективности	0,42	0,40	0,39	0,34	0,39
<i>При возделывании на корм</i>					
Сбор кормовых единиц, т/га	4,9	4,2	3,7	3,4	2,1
Прибыль, тыс. руб/га	25,1	21,5	19,3	18,9	7,3
Рентабельность, %	167	143	128	126	48,6
Выход обменной энергии, ГДж/га	66,3	57,2	50,5	45,4	29,0
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	18,20	18,15	18,12	18,10	18,06
Коэффициент энергетической эффективности	3,64	3,14	2,77	2,49	1,59

сти производства семян люцерны сорта Якутская желтая на мерзлотных таежных палевых почвах бассейна р. Виллой.

С другой стороны, возможность стабильного получения урожая семян люцерны при подзимнем и ранневесеннем посеве на уровне 0,93–0,87 ц/га говорит о необходимости государственных дотаций на производство крайне дефицитных семян люцерны сорта Якутская желтая, тем более что экономический анализ выращивания люцерны серповидной на семена показывает: в условиях Привилуйской зоны возможно получать прибыль до 29,4 тыс. руб/га при подзимнем сроке посева, а рентабельность производства семян здесь достигает 91,9%. При посеве в ранневесенний и весенний сроки возможно получение прибыли с посевов люцерны (25,4 и 22,8 тыс.руб/га соответственно) и ведение рентабельного производства семян (79,6 и 72,3% соответственно). При более поздних сроках посева выращивание люцерны на семена становится убыточным, рентабельность снижается от 32,1 до –29,8%.

При выращивании люцерны на кормовые цели ситуация меняется в корне. Затраты совокупной энергии на производство фитомассы уменьшаются до 18,2 ГДж/га, а сбор обменной энергии увеличивается в соответствии с полученными урожаями по срокам посева. Наибольший сбор обменной энергии получен при оптимальных подзимнем и ранневесеннем посеве (66,3–57,2 ГДж/га), что подтверждает высокую степень целесообразности выращивания люцерны для создания высокоурожайных долгодетных серповиднолюцерновых агрофитоценозов, у которых окупаемость сово-

купной энергии составляет 3,64–3,14. Это позволяет считать люцерновые агрофитоценозы высокоадаптивными в криолитозоне.

Сбор кормовых единиц с люцерновых фитоценозов наивысший при посеве под зиму – 4,9 т/га, затем этот показатель снижается от 4,2 т/га при ранневесеннем сроке до 2,1 т/га при посеве осенью. Экономические показатели выращивания люцерны на кормовую массу показывают картину рентабельного производства во всех вариантах опыта, кроме осеннего срока посева – рентабельность варьирует от 167% при посеве под зиму до 48,6 при осеннем сроке посева.

Агроэнергетическая оценка выращивания люцерны при разных нормах высева семян показала, что наибольшие затраты здесь, как и в предыдущем опыте, приходится на семенные посевы, где энергетический коэффициент колеблется от 0,44 при норме высева 1 кг/га до 0,34 при высева нормой 8 кг/га (табл. 2).

Посев люцерны с нормами от 1 до 6 кг/га позволяет получать прибыль с семенных посевов, которая не сильно изменяется по вариантам (21,7–25,4 тыс. руб/га), и вести рентабельное производство семян люцерны (68,3–73,4%). При повышении нормы высева семян люцерны до 8 кг/га прибыль снижается до 13,3 тыс. руб/га, а рентабельность – до 41,5%.

При использовании люцерновых травостоев на кормовые цели сбор обменной энергии из-за получения достаточно высоких урожаев зеленой массы возрастает до 55,2–58,8, а затраты совокупной энергии снижаются до 18 ГДж/га, коэффициент энергетической эффективности составляет 3,07–3,23 при нор-

Таблица 2

Агроэнергетическая эффективность технологии возделывания люцерны при разных нормах высева в Нюрбинском районе

Agroenergetic and economic efficiency of the technology of cultivating Lucerne at different seeding rates in Nurbinsk district

Показатели	Норма высева на семена/корм				
	1/8	2/10	4/12	6/14	8/16
<i>При возделывании на семена + сено – солома</i>					
Урожайность семян/сена, ц/га	0,82/10	0,82/10	0,81/10	0,84/10	0,69/10
Прибыль, тыс. руб/га	22,7	25,4	21,7	23,4	13,3
Рентабельность,%	72,6	71,5	68,3	73,4	41,5
Выход обменной энергии, ГДж/га	26,4	26,4	26,2	26,4	23,8
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	59,2	61,3	65,2	68,0	70,0
Коэффициент энергетической эффективности	0,44	0,43	0,40	0,39	0,34
<i>При возделывании на корм</i>					
Сбор кормовых единиц, т/га	4,1	4,1	4,4	3,8	4,2
Прибыль, тыс. руб/га	18,3	17,6	18,7	13,8	16,8
Рентабельность,%	126	119	124	90	107
Выход обменной энергии, ГДж/га	55,2	55,3	58,8	50,9	57,1
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	18,0	18,0	18,2	18,5	18,8
Коэффициент энергетической эффективности	3,07	3,07	3,23	2,75	3,04

мах высева от 8 до 12 кг/га. Дальнейшее увеличение норм высева до 14–16 кг/га приводит к понижению энергетического коэффициента, так как полученные урожаи становятся неадекватными нормам высева.

Сбор кормовых единиц с единицы площади люцерновых фитоценозов не сильно отличается по нормам высева и колеблется в пределах 3,8–4,2 т/га. Рентабельность производства люцерны на кормовую массу наивысшая при низких нормах высева – от 8 до 12 кг/га (126–124%).

Агроэнергетический анализ позволил установить наиболее эффективную норму высева семян люцерны на кормовые цели – 8 кг/га, которая обеспечивает получение максимального урожая надземной фитомассы при наименьших затратах энергии.

Таким образом, проведенные исследования возможностей возделывания люцерны серповидной сорта Якутская желтая на мерзлотных таежно-палевых почвах Привилуйской зоны Якутии и оптимизации приемов ее возделывания позволяют заключить, что в условиях засушливого климата республики при подзимнем сроке посева растения люцерны максимально используют зимнюю и весеннюю влагу, что положительно сказывается на их развитии в течение всего вегетационного периода.

При экспериментальной оптимизации норм высева семян люцерны наиболее приемлемой является норма 1 кг/га при возделывании на семена и 8 кг/га на кормовые цели, обеспечивающие наивысший урожай и окупаемость затраченной совокупной энергии сбором обменной.

Агроэнергетическая оценка выращивания люцерны серповидной на мерзлотных пойменных почвах Приленской зоны позволила выявить следующее. Так же, как и в Привилуйской зоне, высокие затраты совокупной энергии обнаруживаются на семенных посевах люцерны, что связано с их увеличением при послеуборочной сушке и очистке семян.

В опытах по изучению разных сроков посева люцерны затраты на производство семян составили 67,18 ГДж/га, что на 0,87 ГДж ниже, чем в Привилуйской зоне (табл. 3). Уменьшение затрат в Приленской зоне объясняется снижением объема работ на послеуборочную доработку семян по причине сравнительно более сухих и теплых осенних периодов.

Семенная продуктивность в Приленской зоне немного выше, чем в Привилуйской (на 0,01–0,12 ц/га), в связи с этим увеличивается и выход обменной энергии – от 0,4 до 4,0 ГДж. Наивысшая урожайность семян люцерны, а следовательно, наибольший выход обменной энергии и более высокий энергетический коэффициент отмечается здесь при ранневесеннем сроке посева (0,47).

Экономические показатели производства семян люцерны в Приленской зоне республики немногим отличаются от показателей, полученных в Привилуйской зоне. При этом наивысшие прибыль (38,8 тыс.руб/га) и рентабельность (89,4%) наблюдаются при ранневесеннем сроке посева люцерны, посев в подзимний и весенний сроки

Таблица 3

Агроэнергетическая эффективность возделывания люцерны при разных сроках посева в Олекминском районе

Agroenergetics the efficiency of cultivation of alfalfa under different dates of sowing in Olyokminsky district

Показатели	Срок посева				
	подзимний	ранневесенний	весенний (контроль)	летний	осенний
<i>При возделывании на семена + сено – солома</i>					
Урожайность семян/сена, ц/га	0,95/10	0,99/10	0,89/10	0,65/10	0,40/10
Прибыль, тыс. руб/га	32,6	38,8	20,0	10,9	-7,2
Рентабельность, %	86,0	89,4	70,3	30,7	-21,0
Выход обменной энергии, ГДж/га	29,7	31,4	27,3	23,2	24,5
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	67,18	67,20	67,12	67,10	67,04
Коэффициент энергетической эффективности	0,44	0,47	0,41	0,34	0,36
<i>При возделывании на кормовую массу</i>					
Урожайность сухой массы, т/га	5,91	6,03	6,04	3,64	2,52
Сбор кормовых единиц, т/га	4,4	4,5	4,5	2,7	1,9
Прибыль, тыс. руб/га	18,8	23,1	20,2	16,4	6,5
Рентабельность, %	112	146	137	97,0	35,7
Выход обменной энергии, ГДж/га	59,1	60,3	60,4	36,4	25,2
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	17,42	17,35	17,35	17,10	17,00
Коэффициент энергетической эффективности	3,39	3,46	3,46	2,09	1,45

также обеспечивает получение прибыли (32,6 и 20,0 тыс. руб/га соответственно) и рентабельное производство семян (86,0 и 70,3 % соответственно). При посеве в летний и осенний сроки семенная продуктивность люцерны снижается, производство становится убыточным.

При возделывании люцерны серповидной на корм в Приленской зоне наблюдается уменьшение сбора кормовых единиц (на 0,2–0,8 т) за счет снижения урожая кормовой массы, что, в свою очередь, способствует сокращению затрат совокупной энергии на производство (на 0,78 ГДж по сравнению с затратами в Привилойской зоне). Наивысшие показатели по сбору кормовых единиц (4,5 т/га) и выходу обменной энергии (60,3–60,4 ГДж/га) отмечены в вариантах с ранневесенним и весенним сроками посева. Здесь же отмечены высокие коэффициенты энергетической эффективности – 3,46, что, так же как и в Привилойской зоне исследований, подтверждает целесообразность возделывания люцерны серповидной на кормовые цели.

Экономические показатели производства кормов люцерны в Приленской зоне находятся на уровне показателей, полученных в Привилойской зоне; наибольшая прибыль отмечена в вариантах с ранневесенним (23,1 тыс. руб/га) и весенним сроками посева (20,2 тыс. руб/га), где рентабельность производства составила 146 и 137% соответственно.

Агроэнергетическая оценка возделывания люцерны серповидной при разных нормах высева семян на мерзлотных пойменных почвах

Приленской зоны позволила установить, что наибольшие затраты опять же отмечаются на семенных ценозах, где урожайность семян выше, чем в Привилойской зоне, на 0,02–0,31 ц/га (табл. 4). Затраты совокупной энергии колеблются от 58,4 ГДж/га при норме высева 1 кг/га до 63,9 ГДж/га в варианте с нормой высева 8 кг/га.

Выход обменной энергии в вариантах с наименьшими нормами высева (1 и 2 кг/га) наибольший и достигает 30,2 и 30,8 ГДж/га, коэффициент окупаемости здесь выше, чем в остальных вариантах – 0,51 и 0,52.

Увеличение норм высева семян от 4 до 8 кг/га приводит к снижению семенной продуктивности люцерны и, соответственно, выхода совокупной энергии и коэффициента энергетической эффективности.

При выращивании люцерны серповидной на корм наибольший сбор кормовых единиц отмечен при нормах высева 10 кг/га (3,7 т/га) и 12 кг/га (3,6 т/га), что обеспечило получение в этих вариантах наивысших показателей выхода обменной энергии (50,0 и 49,0 ГДж/га соответственно) и коэффициента энергетической эффективности (2,91 и 2,80 соответственно).

Посевы люцерны с нормами высева 10 и 12 кг/га способствуют получению устойчивой прибыли (18,3 и 18,7 тыс. руб/га) ведению рентабельного производства белковых кормов (126 и 124%).

Агроэнергетическая оценка выращивания люцерны на семенные цели при разных нормах высева семян показала, что наиболее эффектив-

Таблица 4

Агроэнергетическая эффективность технологии возделывания люцерны при разных нормах высева в Олекминском районе

Agroenergetics efficiency of technology of cultivation of alfalfa under different seeding rates in Olyokminsky district

Показатели	Нормы высева на семена/корм				
	1/8	2/10	4/12	6/14	8/16
<i>При возделывании на семена + сено – солома</i>					
Урожайность семян/сена, ц/га	1,13/10	1,00/10	0,73/10	0,86/10	0,59/10
Прибыль, тыс. руб/га	41,2	38,6	25,8	25,7	18,4
Рентабельность, %	81,5	78,5	56,1	72,8	42,3
Выход обменной энергии, ГДж/га	30,2	30,8	25,9	27,0	25,0
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	58,4	59,0	57,7	62,1	63,9
Коэффициент энергетической эффективности	0,51	0,52	0,45	0,43	0,39
<i>При возделывании на кормовую массу</i>					
Урожайность сухой массы, т/га	4,50	5,00	4,90	4,64	4,29
Сбор кормовых единиц, т/га	3,3	3,7	3,6	3,4	3,2
Прибыль, тыс. руб/га	17,6	18,7	18,3	13,8	16,8
Рентабельность, %	119	126	124	90	107
Выход обменной энергии, ГДж/га	45,0	50,0	49,0	46,4	42,9
Затраты совокупной энергии, ГДж/га	17,2	17,2	17,5	17,8	18,1
Коэффициент энергетической эффективности	2,62	2,91	2,80	2,61	2,37

ными нормами являются 1 и 2 кг/га, при которых достигается наибольшая семенная продуктивность люцерны (1,13 и 1,00 ц/га) с энергетическим коэффициентом 0,51–0,52 и рентабельностью производства 81,5–78,5%.

Кормовые ценозы люцерны серповидной в этой зоне целесообразнее создавать при норме высева 10 кг/га, позволяющей достигать наивысших показателей по урожайности сухой массы (5,00 т/га), энергетическому коэффициенту (2,91) и рентабельности производства (126%).

ВЫВОДЫ

1. В условиях Нюрбинского района республики наивысшую прибыль и рентабельность при возделывании люцерны на семена и корм обеспечивает подзимний посев, превышающий контроль (весенний срок) по этим показателям на 28 и 30%.

2. В Нюрбинском районе в условиях острого дефицита семян сортов люцерны Якутская желтая и Сюлинская при ускоренном размножении семян оптимальной нормой высева является 1 кг/га (коэффициент размножения 82), при возделывании люцерны на кормовую массу оптимальная норма высева люцерны составляет 8 кг/га.

3. Затраты совокупной энергии на 1 га при возделывании люцерны на семена превышают

сбор энергии в урожае, а при возделывании на корм объем энергии, накопленной в кормовой массе люцерны, превышает затраты на производство продукции.

4. Оптимальным сроком посева люцерны серповидной на пойменных почвах Приленской зоны является ранневесенний, обеспечивающий наивысшую семенную и кормовую продуктивность, а также максимальные энергетический коэффициент (на семенных посевах – 0,47, на кормовых – 3,46) и экономическую эффективность (рентабельность при возделывании на семена – 89,4, на корм – 146%).

5. Агроэнергетическая оценка выращивания люцерны в Олекминском районе на семенные цели при разных нормах высева семян показала, что наиболее эффективными нормами являются 1 и 2 кг/га, при которых достигается наибольшая семенная продуктивность люцерны (1,13 и 1,00 ц/га) с энергетическим коэффициентом 0,51–0,52 и рентабельностью производства 81,5–78,5%. Кормовые ценозы люцерны серповидной в этой зоне целесообразнее создавать с нормой высева 10 кг/га, при которой достигаются наивысшие показатели по урожайности сухой массы (5,00 т/га), энергетическому коэффициенту (2,91) и рентабельности производства (126%).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Павлов Н. Е. Семеноводство и сортоведение многолетних трав в Якутии. – Якутск: Туймаада, 2012. – 111 с.
2. Денисов Г. В. Исследования по травосеянию на Вилюе // Травосеяние на Вилюе. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1987. – с. 12–22.
3. Денисов Г. В., Осипова В. В. Влияние норм высева на семенную и кормовую продуктивность люцерны в Привилийской зоне Якутии // Агро XXI. – 2011. – № 1–3. – С. 42–44.
4. Тихонов Н. Н. Якутия – уникальная кладовая планеты. – Новосибирск: Наука: Сиб. издат. фирма РАН, 2013. – 327 с.
5. Абрамов А. Ф. Эколого-биохимические основы производства кормов и рационального использования пастбищ в Якутии / под ред. И. Г. Буслаева. – Новосибирск, 2000. – 208 с.
6. Бойнов А. И. Северное земледелие. – Якутск: Сахаполиграфиздат, 2007. – 231 с.
7. Денисов Г. В., Стрельцова В. С. Люцерна в Якутии. – Новосибирск: Наука: Сиб. издат. фирма РАН, 2000. – 201 с.
8. Архипова А. А., Яковлев А. С. Зимостойкость люцерны в Центральной Якутии // Биологические проблемы Севера. Вып. 4: Споры растения, интродукция растений и полевое кормопроизводство: тез. докл. 6-го симп. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1974. – С. 79–82.
9. Соромотина А. А., Яковлев А. С. Результаты селекции люцерны серповидной в Якутии // Селекция многолетних трав в Якутии. – Новосибирск, 1989. – С.30–42.
10. Денисов Г. В., Осипова В. В. К возделыванию люцерны на Вилюе. – Якутск, ГУП «Полиграфист», 2000. – 24 с.
11. Соромотина А. А. Технология возделывания люцерны в Центральной Якутии: метод. рекомендации / РАСХН. Сиб. отд.-ние, НПО «Якутское», Якут. НИИСХ. – Новосибирск, 1993. – 32 с.

12. Осипова В.В. Особенности оптимизации агротехнических приемов возделывания люцерны в Нюрбинском районе Республики Саха (Якутия) // Кормопроизводство. – 2010. – № 3. – С. 9–11.
13. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. – М.: ВНИИК, 2000. – 24 с.
14. Осипова В.В. Элементы агротехники как средообразующие факторы в посевах люцерны // Вестн. Майкоп. гос. технолог. ун-та. – 2010. – № 4. – С. 27–32.
15. Осипова В.В. Оптимизационные факторы, обеспечивающие высокопродуктивные травостои люцерны // Биоразнообразие: результаты, проблемы и перспективы исследований: материалы науч. конф. с междунар. участием, посвящ. Междунар. году биоразнообразия. – Бишкек, 2010. – С. 194–197.
16. Конюхов Г.И. Земледелие в Якутии. – Новосибирск: Юпитер, 2005. – 359 с.
17. Гаврилова М.К. Климаты холодных регионов Земли. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1998. – 206 с.

REFERENCES

1. Pavlov N.E. *Semenovodstvo i sortovedenie mnogoletnih trav v Jakutii* (Seed breeding and varieties of perennial grasses in Yakutia), Yakutsk, Tuymaada, 2012, 111 pp.
2. Denisov G.V. *Issledovanija po travosejaniju na Viljue* (Investigations on grass growing on Vilyui), *Travosijanie on Vilyui*, Yakutsk, YaB SO AN USSR, 1987, pp. 12–22.
3. Denisov G.V., Osipova V.V. *Vlijanie norm vyseva na semennuju i kormovuju produktivnost» ljucerny v Priviljujskoj zone Jakutii* (Influence of seeding rates on seed and fodder productivity of alfalfa in the Privilyuisky zone of Yakutia), *Agro XXI*, 2011, No. 1–3, pp. 42–44. (In Russ.)
4. Tikhonov N.N. *Unikal'naja kladovaja planety* (Yakutia is a unique pantry of the planet), Novosibirsk, Science: Sib. Pub. Company of the Russian Academy of Sciences, 2013, 327 pp.
5. Abramov A.F. *Jekologo-biohimicheskie osnovy proizvodstva kormov i racional'nogo ispol'zovanija pastbishh v Jakutii* (Ecological and biochemical foundations of feed production and rational use of pastures in Yakutia), 2000, Novosibirsk, 208 pp.
6. Boynov A.I. *Severnoe zemledelie* (Northern agriculture), Yakutsk, Sakhapoligrafizdat, 2007, 231 pp.
7. Denisov G.V., Streltsova V.S. *Ljucerna v Jakutii* (Alfalfa in Yakutia), Novosibirsk, Science: Sib. Pub. Company of the Russian Academy of Sciences, 2000, 201 pp.
8. Arkhipova A.A., Yakovlev A.S. *Zimostojkost» ljucerny v Central'noj Jakutii* (Winter resistance of alfalfa in Central Yakutia), *Biological problems of the North. Issue. 4. Spore plants, introduction of plants and field fodder production*, Doc. 6th simp, Yakutsk: JAF SB AS USSR, 1974, pp. 79–82. (In Russ.)
9. Soromotina A.A., Yakovlev A.S. *Rezultaty selekcii ljucerny serpovidnoj v Jakutii* (Results of selection of alfalfa crescent in Yakutia), *Selection of perennial grasses in Yakutia*, Novosibirsk, 1989, pp.30–42.
10. Denisov G.V., Osipova V.V. *K vozdeľvaniju ljucerny na Viljue* (To the cultivation of alfalfa on Vilyue), Yakutsk, State Unitary Enterprise «Polygraphist», 2000, 24 pp.
11. Soromotin A.A. *Tehnologija vozdeľvanija ljucerny v Central'noj Jakutii* (Technology of cultivation of alfalfa in Central Yakutia: method. Recommendations), RAAS. Sib. Detachment, NGO Yakutsk, Yakut. NIISH, Novosibirsk, 1993, 32 pp.
12. Osipova V.V. *Kormoproizvodstvo*, 2010, No. 3, pp. 9–11. (In Russ.)
13. *Metodicheskoe rukovodstvo po ocenke potokov jenerгии v lugovyh agrojekosistemah* (Methodical guidelines for the assessment of energy flows in meadow agroecosystems), Moscow, VNIİK, 2000, 24 pp.
14. Osipova V.V. *Vestn. Majkop. gos. tehnolog. un.*, 2010, No. 4, pp. 27–32. (In Russ.)
15. Osipova V.V. *Optimizacionnye faktory, obespechivajushhie vysokoproduktivnye travostoi ljucerny* (Optimization factors ensuring high-yielding grasses of alfalfa), *Biodiversity: Results, Problems and Prospects for Research: Materials of Scientific. Conf. With intern. Participation, ded. Intern. Year of biodiversity*, Bishkek, 2010, pp. 194–197.
16. Konyukhov G.I. *Zemledelie v Jakutii* (Agriculture in Yakutia), Novosibirsk, Jupiter, 2005, 359 pp.
17. Gavrilova M.K. *Klimaty holodnyh regionov Zemli* (The climate of the cold regions of the Earth), Yakutsk, YAC SB RAS, 1998, 206 pp.

УДК 631.14:637.1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНДИКАТОРОВ РАЗВИТИЯ МОЛОЧНОГО ЖИВОТНОВОДСТВА В РЕГИОНЕ

С. Г. Чернова, кандидат экономических наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
E-mail: direczia@rambler.ru

Ключевые слова: индикаторы, молочное животноводство, валовой надой, потребность в кормах, медицинские нормы потребления

Реферат. *Производство молока в стране, в том числе и в Новосибирской области, недостаточно для поддержания рациональных норм потребления населением этого продукта. Новые технологии и селекционная работа по повышению продуктивности молочного животноводства не успевают восполнять объемы производства из-за уменьшения численности поголовья крупного рогатого скота. Между тем потенциал развития отрасли, и в частности кормовой базы, достаточен для того, чтобы отказаться от импорта и даже перейти на экспорт молока и молочной продукции. Переход на научно обоснованные индикаторы может помочь скорректировать деятельность хозяйствующих субъектов на рынке молочного животноводства. В статье предложена новая методика расчета необходимого объема кормовой базы для обеспечения молоком фактического и ожидаемого населения области по медицинским нормам. Для увеличения производства молока в области в рамках государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы» действуют следующие направления развития молочного скотоводства: компенсация затрат на приобретение племенного скота, возврат части затрат на 1 кг реализованного молока, возмещение части процентной ставки по инвестиционным и краткосрочным кредитам. К данным направлениям необходимо также добавить предложенные мероприятия, в том числе переход на государственно-частное индикативное управление.*

CURRENT SITUATION AND CALCULATION OF INDICATORS OF DAIRY CATTLE BREEDING DEVELOPMENT IN THE REGION

**Chernova S.G., Candidate of Economics, Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University,
Novosibirsk, Russia**

Key words: indicators, dairy cattle breeding, total milk yield, needs in feeds, medical consumption rates.

Abstract. *Milk production in Russia and in Novosibirsk region is insufficient for efficient consumption rates by population. New technologies and breeding on increasing the productivity of dairy cattle breeding do not fulfil the necessity in producing milk due to reducing of dairy cattle. The capacities of dairy industry development and feed reserves are sufficient for rejecting from import of milk and even to export milk and dairy production. Application of scientifically based indicators can improve activity of economic bodies at the dairy market. The author suggests new methodology of calculating the necessary feed reserves for supplying population with milk in respect to expected rates and the real ones. The author speaks about the State Program “Development of agriculture and regulation of the markets of agricultural production, food and raw materials in Novosibirsk region in 2015-2020” that recovery of expenses for buying breeding cattle, recovery of expenses for 1 kg of sold milk, recovery of the part of interest rate on investment and short-term loans. These measures can also include the methodology suggested by the author and transfer to state and private indicative administration.*

Молоко – это основной продукт питания человека. По медицинским нормам ежедневно необходимо употреблять молока и молочных продуктов по 902 г в день, но, согласно статистическим

данным, в зависимости от региона среднестатистический житель Российской Федерации потребляет их меньше рекомендуемой медицинской нормы [1]. На потребление молока влияет ряд факторов: состояние и возможности молочного скотоводства в стране; приоритеты государства при финансировании отрасли; экономический, технологический и биологический потенциал хозяйств, занимающихся производством молока и, наконец, качество конечного продукта и его доступность для населения [2].

На протяжении последних 25 лет идет снижение показателей развития молочного животноводства в Российской Федерации [3]. поголовье крупного рогатого скота уменьшилось за анализируемый период времени более чем в 3 раза (с 57559 тыс. гол. в 1990 г. до 19000 в 2015 г.), производство молока – в 1,8 раза (с 55,7 млн т в 1990 г. до 30,8 в 2015 г.).

В частности, в Новосибирской области произошло снижение поголовья крупного рогатого скота с 1633 (1990 г.) до 471 тыс. гол. (2015 г.) И хотя среднегодовой удой на одну корову благодаря инновационным технологиям и селекционной работе постепенно растет, но в целом производство молока сократилось практически в 2,4 раза (с 1,57 млн т до 661 тыс. т), что привело к увеличению импорта молочной продукции и молока, который составляет 29,7% (2015 г.) от всего объема потребляемой продукции в регионе [4, 5].

По производству молока в Сибирском федеральном округе Новосибирская область занимает четвертое место. В области производством молока занимается каждая пятая сельскохозяйственная организация. В 2015 г. валовой надой молока по всем категориям хозяйств составил 661,5 тыс. т, в том числе в сельскохозяйственных организациях региона – 494,8 тыс. т. Для удовлетворения потребностей населения в молоке по медицинским нормам необходимо производить 897,5 тыс. т в год, т.е. регион недополучает в среднем 220–250 тыс. т молока ежегодно, в результате, согласно статистическим данным, потребление на душу населения этого важного продукта питания в регионе составило в 2015 г. 280 кг на человека, или на 45 кг меньше нормы. Для эффективной работы отрасли и недопущения дальнейшего сокращения поголовья крупного рогатого скота необходимо определить основные ориентиры, индикаторы для сельхозпроизводителей, а также продумать рычаги для их успешного выполнения [6, 10]. Целью данного исследования является проведение ана-

лиза и разработка методики расчета индикаторов развития молочного животноводства в регионе.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являются отношения, складывающиеся в отрасли сельского хозяйства при производстве животноводческой продукции. Предметом исследования выступают факторы и принципы, влияющие на размер индикаторов. Достижение поставленной цели обеспечивалось с помощью расчетно-конструктивного, экономико-статистического, монографического, абстрактно-логического и экспертного методов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При расчете индикаторов учитывались: возможный потенциал кормовой базы; действующие в регионе проекты, направленные на развитие молочного скотоводства; размеры государственной поддержки; потребности населения региона в молочной продукции; статистические данные по региону за последние 15 лет; интенсивные технологии ведения производства; технологические и технические возможности хозяйств, занимающихся молочным скотоводством; генетический и биологический потенциал животных.

При обосновании индикаторов развития молочного животноводства на перспективу автор исходил в основном из возможностей кормовой базы в том или ином регионе (табл. 1). Конечно, на рост продукции животноводства влияют и другие факторы, перечисленные выше, но каким бы ни был генетический и биологический потенциал животных, они могут дать высокую продуктивность только при научнообоснованном их кормлении.

Новосибирская область имеет возможности и ресурсы полностью удовлетворить потребности населения в молочной продукции [11, 12]. Общая земельная площадь области на 01.01.2016 г. составляет 10263,1 тыс. га, из них сельскохозяйственные угодья – 7540,0, пашня – 3599,5, кормовые угодья – 3842,3 тыс. га. Это позволяет ежегодно производить животноводческой продукции более чем на 50 млрд руб., расходуя 2240 тыс. т к.ед., или по 31,21 ц к.ед. на одну условную голову.

Таблица 1

Фактические показатели и индикаторы на перспективу численности крупного рогатого скота по всем категориям хозяйств Новосибирской области, тыс. гол.
Actual indicators of the cattle number according to all the categories of farms in Novosibirsk region, thousands of animals

Показатели	Факт			Индикаторы		
	2000 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	2025 г.	2030 г.
<i>Хозяйства всех категорий</i>						
Крупный рогатый скот	875,3	551,3	471,3	456,8	528,3	590,5
в том числе коровы	376,5	221,3	193,8	182,7	211,3	236,2
<i>Сельскохозяйственные предприятия</i>						
Крупный рогатый скот	588,0	386,5	331,9	303,0	352,0	393,0
в том числе коровы	221,2	145,4	128,9	121,2	140,8	157,1
<i>Личные подсобные хозяйства</i>						
Крупный рогатый скот	280,7	156,7	118,1	127,2	148,4	165,4
в том числе коровы	151,8	72,2	54,9	50,3	58,0	64,7
<i>Крестьянские (фермерские) хозяйства</i>						
Крупный рогатый скот	6,6	8,1	21,3	26,6	27,9	32,1
в том числе коровы	3,5	3,7	10,0	11,2	12,5	14,4

В области имеются также неиспользуемые резервы: около 700 тыс. га пашни выведены из оборота, не полностью используются площади сенокосов и пастбищ.

Методика расчетов индикаторов исходит из следующих положений. Чтобы определить необходимые индикаторы в отрасли животноводства, необходимо знать, сколько потребуется кормовых единиц для производства продуктов животноводства на одного человека в год по медицинским нормам обеспечения. Автор назвал данный индикатор «суммарный индикатор жизнеобеспечения продуктами животного происхождения на одного жителя региона»:

$$I = (n_{x1} \cdot P_{k1}) + (n_{x2} \cdot P_{k2}) + (n_{xm} \cdot P_{kn}),$$

где n_x – показатель медицинской нормы питания продукта на душу населения;

P_k – расход кормов (к.ед.) для производства данного продукта, к.ед.

Этот индикатор (I) получают путем умножения показателя медицинской нормы питания по конкретному продукту (n_x) на расход кормов для его производства (P_k), а затем по каждому продукту питания показатели суммируются. Например, если норма потребления молока на душу населения составляет 325 кг в год, а на производство 1 кг молока потребуется 1,1 к.ед., то для обеспечения одного человека необходимо 360,75 к.ед. в год:

$$I_m = 1,1325 = 360,75 \text{ к.ед.},$$

где I_m – необходимое количество кормовых единиц для обеспечения молочной продукцией одного жителя области в течение года.

Исходя из статистических данных, население Новосибирской области на 01.01.2016 г. составило 2746822 чел., для его обеспечения молоком и молочной продукцией потребуется 990,9 тыс. т к. ед.

Для обеспечения одного человека всеми продуктами животного происхождения, учитывая рекомендуемые медицинские нормы питания, необходимо 819,95 к.ед. Зная этот индикатор и численность населения региона на тот или иной период, можно определить потребность в кормах для производства любой животноводческой продукции для населения региона. К примеру, используя вышеизложенную методику расчетов, приходим к выводу, что для производства необходимого количества молока в 2020 г. потребуется произвести кормов 1021,2 тыс. т к.ед., в 2025 г. – 1046,8 в 2030 г. – 1073,0 тыс. т к.ед. Фактические возможности кормовой базы на эти периоды соответственно составят 968,7; 1246,5; 1525,6 тыс. т. Следовательно, только к 2025 г. область сможет обеспечить производство кормов, необходимое для производства продуктов питания животного происхождения по рекомендованным медицинским нормам.

По подсчетам автора, потенциал кормовой базы Новосибирской области может составить более 4 млн т к.ед., это позволит содержать 1433,5 тыс. условных голов крупного рогатого скота, в том числе 559,1 тыс. гол. коров. Потенциал кормовой базы региона позволяет уже сейчас ежегодно производить молока 922,6 тыс. т, а к 2030 г. валовой надой молока может составить 2645,4 тыс. т (табл. 2).

Таблица 2

Потенциал Новосибирской области по хозяйствам всех категорий в обеспечении производства животноводческой продукции кормами фактический и на перспективу
Capacities of Novosibirsk region in supplying animal production industry with feeds, actual and long-term

Продукция	Необходимое количество к.ед. в год на обеспечение производства продуктами питания животного происхождения I чел.	2015 г.		2020 г.		2025 г.		2030 г.	
		Потребность к.ед. в год на производство продукции по мед. нормам на все население, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство фактической продукции, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство продукции по мед. нормам на все население, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство продукции, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство продукции по мед. нормам на все население, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство продукции, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство продукции по мед. нормам на все население, тыс.т	Потребность к.ед. в год на производство продукции, тыс.т
Молоко	360,75	996,3	664,5	1021,2	968,7	1046,8	1246,5	1073,0	1525,6
Яйцо	52,0	143,6	192,8	147,2	281,2	150,9	361,9	154,7	442,9
Всего мяса	407,2	1124,5	1090,6	1152,7	1590,7	1181,6	2047,0	1211,2	2505,4
В том числе говядина	225,6	623,0	617,3	638,6	900,3	654,6	1158,6	671,0	1418,1
свинина	79,2	218,7	207,2	224,2	302,2	229,8	388,9	235,6	476,0
баранина	24,0	66,3	65,4	67,9	95,5	69,6	122,8	71,4	150,3
мясо птицы	74,4	205,5	187,4	210,6	273,6	215,9	352,1	221,3	430,9
мясо другое	4,0	11,0	13,1	11,3	19,1	11,6	24,6	11,9	30,1
Итого	819,95	3388,9	1947,6	3475,6	2840,6	3560,8	3655,4	3650,1	4473,9

Из представленных данных видно, что в настоящее время область не может обеспечить все население продукцией животного происхождения, за исключением яиц. За последнее время птицеводческое направление животноводческой отрасли активно расширяется, так как оно является наиболее прибыльным, а сроки от начала производства до получения кондиционной продукции (яйца или мясо) всего 3–4 месяца [13]. Вторым по результативности является свиноводство. В регионе работает на базе ОА «Кудряшовское» Кудряшовский свиноводческий комплекс, который ежегодно реализует 43–45 тыс. т мяса. На его долю приходится 63% всей произведенной и 95% всей реализованной свинины региона [14]. Молоком, молочными продуктами и мясом крупного рогатого скота область себя не обеспечивает, и эти продукты необходимо импортировать.

Для выполнения индикаторов производства животноводческой продукции необходимы:

1) переход на государственно-частные и государственно-кооперативные формирования [15];

2) дифференцированное субсидирование производства основных видов сельхозпродукции на 1 га посевной площади и на 1 кг произведенного молока;

3) усовершенствование системы страхования сельхозпроизводства и законодательства по данному направлению;

4) снижение налоговой нагрузки и издержек производства на сельхозпроизводителя за счет резервных средств и поступлений от смежных отраслей;

5) внедрение инновационных технологий в сельскохозяйственное производство и технологической поддержки сельского хозяйства государством.

6) снижение процентной ставки по кредитам и обеспечение доступности их для сельхозпроизводителей;

7) введение на законодательном уровне контроля за диспаритетом цен при распределении прибыли от животноводческой продукции между товаропроизводителями, переработчиками и торговыми организациями;

8) внедрение высокоэффективных и высокоточных ресурсосберегающих технологий, специализированных инфраструктурных программ, подготовка специалистов-практиков;

9) переход на государственно-рыночное индикативное управление.

В Новосибирской области на решение вышеперечисленных проблем ежегодно необходимо выделять порядка 3,5–5,4 млрд руб. до 2025 г., что определено Стратегией социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 г. [16]. В государственных программах «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.» и «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы» действуют следующие направления развития молочного скотоводства: компенсация затрат на приобретение племенного скота, возврат части затрат на 1 кг реализованного молока, возмещение части процентной ставки по инвестиционным и краткосрочным кредитам [17, 18]. В регионе планируется внедрить ряд крупных инновационных проектов. Один из них – реконструкция молочного комплекса в ООО «Толмачевское». По завершении проекта планируется увеличить валовое производство молока в организации с 2 до 4 тыс. т. Общая стоимость проекта – 270 млн руб.

По нашим подсчетам, для того чтобы достичь проектируемых индикаторов по области, необходимо инвестировать в АПК региона 136,8 млрд руб., в том числе в сельское хозяйство 103,2 млрд руб. Следовательно, в течение следующих 15 лет вложения в отрасль должны увеличиться до 14–17 млрд руб. в год. Это позволит полностью обновить технологическую базу агропромышленного производства и обеспечить получение необходимой животноводческой продукции.

ВЫВОДЫ

1. В регионе прослеживается сокращение поголовья крупного рогатого скота и, как следствие, уменьшение производства животноводческой продукции.

2. Увеличение продукции животноводства необходимо осуществлять за счет перехода на государственно-частные и государственно-кооперативные формирования; дифференцированного субсидирования производства основных видов сельхозпродукции на 1 га посевной площади и на 1 кг реализованного молока; совершенствования системы страхования сельхозпроизводства, усовершенствования законодательства по данному направлению; снижения налоговой нагрузки и издержек производства на сельхозпроизводителя за

счет резервных средств и поступлений от смежных отраслей; внедрения инновационных технологий в сельскохозяйственное производство и технологической поддержки сельского хозяйства государством; снижения процентной ставки по кредитам и повышения его доступности для сельхозпроизводителей; влияния государства на законодательном уровне на диспаритет цен в перераспределении прибыли от животноводческой продукции между товаропроизводителями, переработчиками и торговыми сетями; внедрения высокоэффективных и высокоточных ресурсосберегающих технологий, специализированных инфраструктурных программ, подготовки специ-

алистов-практиков; перехода на государственно-рыночное индикативное управление.

3. Расчет индикаторов по развитию животноводства на перспективу должен, прежде всего исходить из возможностей кормовой базы. Основным расчетным индикатором должен стать суммарный индикатор жизнеобеспечения продуктами животного происхождения на одного жителя региона.

5. Расчеты (по достаточности кормовой базы) показывают, что регион сможет обеспечить свое население необходимой животноводческой продукцией, согласно медицинской норме питания, к 2025 г. Для этого необходимо будет произвести 3560,8 тыс. т к.ед.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Об утверждении* рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420374878>.
2. *Стадник А. Т., Чернова С. Г., Тен Ен Дог.* Сдерживающие факторы инновационного развития АПК региона и стратегия его регулирования // Вестн. НГАУ. – 2013. – № 1 (26). – С. 196–203.
3. *Федеральная служба государственной статистики* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250.
4. *Шаравина Е. В., Стадник А. Т., Денисов Д. А.* Необходимость научно обоснованной системы ведения сельскохозяйственного производства в условиях политики импортозамещения // Вестн. НГАУ. – 2017. – № 1 (46). – С. 246–255.
5. *Родионова О. А.* Импортозамещение, продовольственная независимость и аграрная политика // АПК: экономика, управление. – 2015. – № 3. – С. 3–11.
6. *Завальнюк Е. Ю., Стадник А. Т., Чернова С. Г.* Индикативное управление агропромышленным комплексом региона // Вестн. Ом. ГАУ. – 2017. – № 2 (26). – С. 163–171.
7. *Панело В. Н., Ковтун Б. А.* Продовольственное самообеспечение регионов и развитие сельских территорий // АПК: экономика, управление. – 2016. – № 2. – С. 72–80.
8. *Влияние территориально-отраслевой структуры на развитие сельскохозяйственного производства в Сибирском федеральном округе / Е. В. Рудой, Е. В. Афанасьев, П. М. Федяев, К. И. Лукьянов* // Экономика сел хоз-ва России – 2017. – № 7. – С. 74–80.
9. *Донченко А. С., Каличкин В. К., Рудой Е. В.* Межрегиональная схема размещения и специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации СФО. – Новосибирск, 2016.
10. *Анализ тенденций и перспектив развития агропромышленного производства СФО / Е. В. Рудой, Е. В. Афанасьев, Н. И. Пыжикова, Н. В. Григорьев* // Вестн. НГАУ. – 2013. – № 1 (26). – С. 141–145.
11. *Силаева Л. П.* Повышение конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции. // Региональные проблемы устойчивого развития сельскохозяйственной местности: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2015. – С. 21–26;
12. *Шелковников С. А., Унжакова А. В., Овсянко Л. А.* Развитие государственной поддержки производства молока региона: монография. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2016. – 118 с.
13. *Чернова С. Г., Стадник А. Т., Дамм Е. В.* Совершенствование системы отраслевого управления птицеводческим подкомплексом региона. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2017. – 118 с.
14. *Денисов Д. А.* Экономическая эффективность интегрированных формирований по свиноводству холдингового типа: монография. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2014. – 118 с.

15. Стадник А. Т., Чернова С. Г. Разработка индикаторов управления государственно-кооперативными формированиями в АПК региона. // Вестн. НГАУ. – 2017. – № 1 (46). – С.241–245.
16. *Стратегия социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 года.* – Новосибирск, 2007. – 201 с.
17. *Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг.* – М.: ФГБНУ Росинфомагротех, 2012. – 204 с.
18. *О государственной программе Новосибирской области «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в Новосибирской области на 2015–2020 годы» (с изменениями на 21.06.2016 г.)* [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/465710313>.

REFERENCES

1. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420374878>.
2. Stadnik A. T., Chernova S. G., Ten En Dog. *Vestn. NGAU*, 2013, No 1 (26), pp. 196–203 (In Russ.)
3. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1140096652250.
4. SHaravina E. V., Stadnik A. T., Denisov D. A. *Vestn. NGAU*, 2017, No. 1 (46), pp. 246–255 (In Russ.)
5. Rodionova O. A. *APK: ehkonomika, upravlenie*, 2015, No. 3, S. 3–11. (In Russ.)
6. Zaval'nyuk E. YU., Stadnik A. T., Chernova S. G. *Vestn. Omsk GAU*, 2017, No. 2 (26), pp. 163–171 (In Russ.).
7. Papelo V. N., Kovtun B. A. *APK: ehkonomika, upravlenie*, 2016, No. 2, pp. 72–80 (In Russ.)
8. Rudoi E. V., Afanas'ev E. V., Fedyaev P. M., Luk'yanov K. I. *Ekonom. Sel'sk. Khoz. Ross.*, 2017. No. 7, pp. 74–80. (In Russ.).
9. Donchenko A. S., Kalichkin V. K., Rudoi E. V. *Mezhregional'naya skhema razmeshcheniya i spetsializatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v sub'ektakh Rossiiskoi Federatsii SFO*, Novosibirsk, 2016.
10. Rudoi E. V., Afanas'ev E. V., Pyzhikova N. I., Grigor'ev N. V. *Vestn. NGAU*, 2013, No. 1 (26), pp. 141–145. (In Russ.).
11. Silayeva L. P. *Regionalnyye problemy ustoychivogo razvitiya selskokhozyaystvennoy mestnosti: materialy KhII Mezhdunar. nauch. – prakt. konf.* (Regional problems of sustainable development of agricultural areas: proceedings of the XII Intern.), Penza, 2015, pp. 21–26 (In Russ.)
12. SHelkovnikov S. A., Unzhakova A. V., Ovsyanko L. A. *Razvitie gosudarstvennoj podderzhki proizvodstva moloka regiona: monografiya.* (Development of state support of milk production in the region), Novosibirsk: Agro-Sibir», 2016, 118 p.
13. Chernova S. G., Stadnik A. T., Damm E. V. *Sovershenstvovanie sistemy otraslevogo upravleniya ptitsevodcheskim podkompleksom regiona* (Improving the system of sectoral management poultry complex in the region), Novosibirsk: Agro-Sibir», 2017, 118 p.
14. Denisov D. A. *Ehkonomicheskaya ehffektivnost' integrarovanykh formirovanij po svinovodstvu kholdingovogo tipa: monografiya* (Improving the system of sectoral management poultry complex in the region), Novosibirsk: Agro-Sibir», 2014, 118 p.
15. Stadnik A. T., Chernova S. G. *Vestn. NGAU*, 2017, No. 1 (46), 241–245 (In Russ.)
16. *Strategiya sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Novosibirskoj oblasti na period do 2025 goda* (Strategy for socio-economic development of the Novosibirsk region for the period until 2025), Novosibirsk, 2007, 201 p. (In Russ.)
17. *Gosudarstvennaya programma razvitiya sel'skogo khozyajstva i regulirovanie ryнков sel'skokhozyajstvennoj produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gg.* (The state program of development of agriculture and regulation of markets of agricultural products, raw materials and food for 2013–2020.), Moscow: FGBNU Rosinfomagrotekh, 2012, 204 p. (In Russ.)
18. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/465710313>.

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.