ISSN 2079-6250

Животноводство и кормопроизводство

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

Теоретический и научно-практический ЖУРНАЛ

Том 101 № 3 2018

ANIMAL HUSBANDRY AND FODDER PRODUCTION

Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian academy of Sciences

Theoretical and scientific-practical journal

Оренбург – 2018

ISSN 2079-6250

Том 101 № 3 2018

ЖИВОТНОВОДСТВО И КОРМОПРОИЗВОДСТВО
(до января 2018 года «Вестник мясного скотоводства»)

Теоретический и научно-практический журнал

Основан в 1931 году

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, доктора наук

Выписка из реестра зарегистрированных СМИ
ПИ № ФС77-72507 от 20.03.2018 г. Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Ordering from registered mass media catalogue
PI № FS77-72507 20.03.2018 by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor)

Цена свободная

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

ANIMAL HUSBANDRY AND FODDER PRODUCTION
Theoretical and scientific-practical journal

The journal is included in the list of peer-reviewed scientific publications, where basic scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Sciences, Doctor of Science

Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

ISSN 2079-6250

Том 101 № 3 2018

Животноводство и кормопроизводство
(до января 2018 года «Вестник мясного скотоводства»)

Теоретический и научно-практический журнал
Выходит четыре раза в год

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

Главный редактор: Мирошников С.А., доктор биол. наук, член-корреспондент РАН

Члены редакционного совета:
Амерханов Х.А., доктор с.-х. наук, академик РАН;
Бельков Г.И., доктор с.-х. наук, член-корреспондент РАН;
Дускаев Г.К., доктор биол. наук; Каюмов Ф.Г., доктор с.-х. наук, профессор;
Лебедев С.В., доктор биол. наук; Момчилович Б., доктор мед. наук (Хорватия);
Морган Г.А., доктор ветеринарной медицины (Канада); Нотова С.В., доктор мед. наук, профессор

Члены редакционной коллегии:
Ажмулдинов Е.А., доктор с.-х. наук, профессор; Амиршоев Ф.С., доктор биол. наук, доцент (Республика Таджикистан); Горлов И.Ф., доктор с.-х. наук, академик РАН; Джуламанов К.М., доктор с.-х. наук; Дунин И.М., доктор с.-х. наук, академик РАН; Косилов В.И., доктор с.-х. наук, профессор; Левахин Г.И., доктор с.-х. наук, профессор; Мордвинцев М.П., доктор с.-х. наук, профессор; Мушинский А.А., доктор с.-х. наук, доцент; Насамбаев Е.Г., доктор с.-х. наук, профессор (Республика Казахстан);
Тагиров Х.Х., доктор с.-х. наук, профессор; Харламов А.В., доктор с.-х. наук, профессор

Animal Husbandry and Fodder Production

Theoretical and scientific-practical journal
Issued 4 times per year

Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

Editor-in-chief: Miroshnikov S.A., doctor biol. science, corresponding member of RAS

Editorial council:
Amerkhanov Kh.A., doctor agr. science, member of RAS;
Belkov G.I., doctor agr. science, corresponding member of RAS; Duskaev G.K.,
doctor biol. science; Kayumov F.G., doctor agr. science, professor; Lebedev S.V., doctor biol. science;
Momčilović B. doctor med. science (Croatia); Morgan G.A., doctor of veterinary medicine (Canada);
Notova S.V., doctor med. science, professor

Editorial staff:
Azhmuldinov E.A., doctor agr. science, professor; Amirshoev F.S., doctor biol. science, associate professor (Republic of Tajikistan); Gorlov I.F., doctor agr. science, member of RAS; Dzhulamanov K.M., doctor agr. science; Dunin I.M., doctor biol. science, member of RAS;
Kosilov V.I., doctor agr. science, professor; Levahin G.I., doctor agr. science, professor; Mordvintsev M.P., doctor agr. science, professor; Mushinsky A.A., doctor agr. science,
associate professor; Nasambayev E.G., doctor agr. science, professor (Republic of Kazakhstan);
Tagirov Kh.Kh., doctor agr. science, professor; Kharlamov A.V., doctor agr. science, professor

Редактор – З.Г. Долгополова Компьютерная вёрстка Е.Г. Хусаиновой Перевод Ю.Р. Коростелёвой

Компьютерный набор осуществлён с помощью текстового процессора Microsoft Word 2013 for Windows.
Формат бумаги 60x84/8. Бумага типографская. Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Подписано в печать 17.09.2018 г. Дата выхода в свет 28.09.2018 г. Объём уч.-изд. л. 13,8. Тираж 500 экз.

Редакция, издатель, типография – ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН
Адрес: 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-41, 43-46-76, e-mail редакции: ntiip_vniims@rambler.ru.
Сайт журнала: http://gk.fncbst.ru/

© ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, 2018

16+

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУКИ

Каримов И.Ф., Дускаев Г.К., Левахин Г.И. **Влияние растительных веществ на сигнальные молекулы quorum sensing (исследование in vitro)** 7

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

Третьякова Р.Ф., Амерханов Х.А., Кущ Е.Д., Каюмов Ф.Г., Отаров А.И. **Сезонные изменения в морфологическом и биохимическом составах крови у бычков калмыцкой породы разных генотипов** 15

Дубовскова М.П., Селионова М.И., Чижова Л.Н., Герасимов Н.П., Ворожейкин А.М., Колпаков В.И., Джуламанов Е.Б. **Генетическая характеристика герефордского скота по группам крови и ДНК-маркеру GDF 5 в отечественной популяции** 23

Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Польских С.С., Габидулин В.М. **Характеристика волосяного покрова симментальских бычков различных генетических сочетаний** 33

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ЭКОНОМИКА В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Кизаев М.А., Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Соболева Н.В. **Физиологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы при воздействии транспортного стресса** 39

Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Суторма О.А., Ранделина В.В., Ранделин А.В., Натыров А.К. **Эффективность различных вариантов промышленного скрещивания крупного рогатого скота мясных пород российской селекции** 45

Горелик А.С., Горелик О.В., Лиходеевская О.Е. **Изменение морфологических и иммунологических показателей крови телят при применении Альбит-Био** 53

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Рязанов В.А., Поберухин М.М. **Влияние жиросодержащей добавки Палматрикс на процессы рубцового пищеварения бычков и эффективность использования ими питательных веществ рациона** 60

Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Картекенов К.Ш., Мирошников И.С., Корнейченко В.И., Рахимжанова И.А., Байков А.С. **Влияние кавитационной обработки концентрированных кормов на поступление и переваримость питательных веществ рациона при выращивании молодняка крупного рогатого скота** 66

Рязанов В.А., Левахин Ю.И., Дускаев Г.К., Нуржанов Б.С. **Переваримость рационов in situ, содержащих жировую добавку БифПлюс, и её влияние на количественный и видовой состав микрофлоры рубца молодняка крупного рогатого скота** 76

Галиев Б.Х., Ширнина Н.М., Картекенов К.Ш., Мирошников И.С., Байков А.С., Королёв В.Л. **Продуктивное действие рационов бычков, выращиваемых на мясо, в зависимости от технологии подготовки концентрированных кормов** 83

Курилкина М.Я., Холодилина Т.Н., Муслюмова Д.М., Завьялов О.А., Гарипова Н.В., Сиразетдинов Ф.Х. **Влияние препаратов высокодисперсных металлов на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров** 93

Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., Мирошникова М.С., Маленкина К.А., Мирошников И.С. **Гематологические параметры молоди стерляди на фоне совместного использования культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn** 100

Гилёв К.В., Ситников В.А. **Переваримость собаками питательных веществ готовых сухих кормов «Royal Canin» и приготовляемого корма из натуральных продуктов** 110

КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМА

Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В., Пашинина Т.А. **Оптимизация приёмов возделывания сортов картофеля Спиридон и Ред Скарлетт в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья** 118

Воскобулова Н.И., Верещагина А.С., Ураскулов Р.Ш. **Влияние нормы высева и сроков уборки на питательную ценность зелёной массы гороха** 126

Максютов Н.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н. **Основные факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах и бессменных посевах на чернозёмах южных Оренбургской области** 133

Аминова Е.В., Мушинский А.А., Васильев А.А., Дергилева Т.Т. **Оценка гибридов картофеля в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья** 144

Митрофанов Д.В. **Влияние атмосферных осадков, продуктивной влаги и подвижных форм питательных веществ на продуктивность кукурузы в различных севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья** 151

Скороходов В.Ю. **Накопление и использование нитратного азота озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей в весенне-летний период на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья** 163

ИНФОРМАЦИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Темиоев М.И., Кулинцев В.В., Улимбашев М.Б. **Подстилка для кур на основе цеолитсодержащей глины «Аланит»** 172

Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Отдел разведения мясного скота 178

Юбилейные даты 181

CONTENTS

INNOVATIVE TREND IN SCIENCE

Karimov I.F., Duskaev G.K., Levakhin G.I. **Effect of plant matter on quorum sensing signal molecules (in vitro studies)** 7

BREEDING, SELECTION, GENETICS

Tretyakova R.F., Amerkhanov Kh.A., Kushch E.D., Kayumov F.G., Otarov A.I. **Seasonal changes in morphological and biochemical blood composition of Kalmyk bulls of different genotypes** 15

Dubovskova M.P., Selionova M.I., Chizhova L.N., Gerasimov N.P., Vorozheikin A.M., Kolpakov V.I., Dzhulamanov E.B. **Genetic characteristics of Hereford livestock by blood groups and by DNA marker GDF 5 in domestic population** 23

Kadysheva M.D., Tylebaev S.Zh., Polskih S.S., Gabidulin V.M. **Hair characteristics of Simmental bull with various genetic combinations** 33

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN BEEF CATTLE BREEDING

Kizaev M.A., Azhmuldinov E.A., Titov M.G., Soboleva N.V. **Physiological indices of Black Spotted bulls under transportation stress** 39

Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Sutorma O.A., Randelina V.V., Randelin A.V., Natyrov A.K. **Efficiency of different variants of commercial crossing of beef cattle breeds of Russian selection** 45

Gorelik A.S., Gorelik O.V., Likhodeevskaya O.E. **Change in morphological and immunological parameters of calves blood when using Albit-Bio** 53

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

Levakhin Yu.I., Nurzhanov B.S., Ryazanov V.A., Poberukhin M.M. **Effect of fat-containing Palmatrix supplement on bulls ruminal digestion and effectiveness of diet nutrients** 60

Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Kartekenov K.Sh., Miroshnikov I.S., Korneichenko V.I., Rakhimzanova I.A., Baykov A.S. **Effect of concentrated feeds cavitation treatment on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock** 66

Levakhin Yu.I., Duskaev G.K., Nurzhanov B.S., Ryazanov V.A. **In situ digestibility of diets containing Beef Plus fat supplement and its effect on quantitative and species composition of young stock rumen microflora** 76

Galiyev B.Kh., Shirnina N.M., Kartekenov K.Sh., Miroshnikov I.S., Baykov A.S., Korolyov V.L. **Productive effect of diets for bulls bred for meat production depending on concentrated feed treatment technology** 83

Kurilkina M.Ya., Kholodilina T.N., Muslyumova D.M., Zavyalov O.A., Garipova N.V., Sirazetdinov F.Kh. **Effect of highly dispersed metals on morphological and biochemical characteristics of broiler chickens' blood** 93

Miroshnikova E.P., Arinjanov A.E., Kilyakova Yu.V., Miroshnikova M.S., Malenkina K.A., Miroshnikov I.S. **Hematological parameters of young sterlet against the background of the combined use of *Bacillus subtilis* and Cu-Zn alloy nanoparticles** 100

Gilyov K.V., Sitnikov V.A. **Digestibility of nutrients from ready-made dry feed «Royal Canin» and cooked feed from natural products by dogs** 110

FODDER PRODUCTION AND FODDERS

Mushinsky A.A., Aminova E.V., Gerasimova E.V., Pashinina T.A. **Optimization of cultivating methods of potato varieties Spiridon and Red Scarlett in irrigated conditions of the steppe zone of the Orenburg Cis-Urals** 118

Voskobulova N.I., Vereshchagina A.S., Uraskulov R.Sh. **Effect of seeding rate and harvest time on nutritive value of peas green value** 126

Maksyutov N.A., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N. **Main factor effecting crop yield in crop rotation and monocropping on southern chernozems of the Orenburg region** 133

Aminova E.V., Mushinsky A.A., Vasilyev A.A., Dergileva T.T. **Evaluation of potato hybrids under irrigated conditions of steppe zone of the Orenburg piedmont of the western Ural Mountain** 144

Mitrofanov D.V. **Effect of atmospheric precipitation, productive moisture and mobile nutrients on corn productivity in various crop rotations and monocrop on chernozems of southern Orenburg piedmont of the western Urals** 151

Skorokhodov V.Yu. **Accumulation and use of nitrate nitrogen by winter rye and spring hard wheat in spring and summer period on southern chernozems of Orenburg piedmont of the western Ural Mountains** 163

INFORMATION AND RECOMMENDATIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Temmoev M.I., Kulintsev V.V., Ulimbashev M.B. **Litter for chickens on the base of zeolite «Alanit» clay** 172

All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Beef Cattle Breeding Department 178

Anniversaries 181

УДК 636.22/.28:615.32

Влияние растительных веществ на сигнальные молекулы quorum sensing (исследование in vitro)

И.Ф. Каримов[1,2], Г.К. Дускаев[1], Г.И. Левахин[1]

[1] *ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»*
[2] *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»*

Аннотация. Запрет на использование антибиотических средств в кормлении сельскохозяйственных животных способствовал активному поиску новых веществ, обладающих аналогичными свойствами. Особое внимание исследователей уделено поиску среди лекарственных растений, ранее использованных при лечении заболеваний животных. На сегодняшний день выделены вещества от природных источников, которые нацелены на определённые виды молекул и могут быть полезны для предотвращения резистентности, в том числе к антибиотическим веществам. Целью данного исследования была оценка химически синтезированных малых молекул, выделенных из экстракта *Quercus cortex*, с использованием в качестве тест-объектов штаммов бактерий *Escherichia coli* JLD271 pAL103, в том числе на фоне рубцовой жидкости крупного рогатого скота. Изучены спектры поглощения N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосеринлактона и комплексов растительных молекул (кумарин, конифериловый спирт). Установлено, что спектр поглощения кумарина характеризуется наличием четырёх значений, а результат взаимодействия с конифериловым спиртом – смещением максимумов поглощения. Формирование комплекса рубцовой жидкости с кумарином привело к снижению эффективности экспрессии сенсорного промотора *luxI*, что свидетельствует о связывании дополнительно около 29 % сигнальных молекул, с конифериловым спиртом – связывании дополнительно около 48 % сигнальных молекул. Формирование смеси рубцовой жидкости с экстрактом коры дуба, представляющей целый набор различных молекул, продемонстрировало ещё более выраженное изменение антикворумной активности. Использование природных растительных компонентов и их синтетических аналогов усиливает уровень ингибирования активности системы Quorum Sensing путём инактивации регуляторных молекул. В дальнейшем это позволяет определять характер рациона и тип используемых кормовых субстратов или добавок, выступающих в качестве дополнительного фактора регуляции деятельности активности биохимических каналов коммуникации микробного сообщества рубца жвачных животных.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, кора дуба, растительные вещества, сигнальные молекулы, рубцовая жидкость, ингибирование.

Введение.

Запрет на использование антибиотических средств в кормлении сельскохозяйственных животных способствовал активному поиску новых веществ, обладающих аналогичными свойствами. Особое внимание исследователей уделено поиску среди лекарственных растений, ранее использованных при лечении заболеваний животных. На сегодняшний день выделены вещества от природных источников, которые нацелены на определённые виды молекул и могут быть полезны для предотвращения резистентности к инсулину [1]. Обнаружены метилированные производные кверцетина, которые обычно встречаются во фруктах и овощах и обладают антиоксидантными и противовоспалительными свойствами (блокируют фермент воспаления) [2]. Ингибирование in vitro и in vivo секреторной фосфолипазы А 2 биоактивными молекулами из экстракта *Boerhaavia diffusa L.* наблюдали и другие исследователи [3]. Рассматривается потенциальное применение полифенольных экстрактов в защите растений ввиду отсутствия какой-либо токсичности этих соединений. Отмечено ингибирование Pseudomonas savastanoi полифенольными экстрактами, выделенными из растительных остатков [4]. Проведены исследования по выделению, идентификации и оценке цитотоксичности нового терпенового сапонина из *Salicornia bigelovii Torr,* потенциального химиопрепарата для лечения рака [5]. Отмечено, что природные индолы ингибируют активацию Т-клеток стафилококкового энтеротоксина [6].

При оценке молекул растительного происхождения необходимо учитывать и вид растений. Так, установлена 100-кратная разница в токсичности между богатыми сапонином экстрактами разных видов растений [7] и отдельными вегетативными частями [8].

Безопасность растительных веществ оценивается и с использованием лабораторных животных. Так, установлено, что экстракты из чайный цветков не содержат токсических веществ, основанных на данных оценки мутагенности, острой и субхронической токсичности у крыс [9]. Проводится значительное количество исследований, направленных на оценку токсичности экстрактов растений, их противовоспалительных свойств, например, у *Parinari kerstingii Engl* [10], проявление токсикологического эффекта [11], противоопухолевой и цитотоксической активности эфирных масел (*Haplophyllum tuberculatum A. Juss*) [12], острые и субхронические исследования токсичности водного экстракта *Desmodium adscendens* (Sw) DC [13].

Обнаружена субхроническая токсичность, иммунорегуляция и противоопухолевое действие антрахинона, экстрагированного из стеблей *Morinda citrifolia L.* [14], противогрибковая и цитотоксическая активности отдельных лекарственных растений из Малайзии [15].

Известны вещества, выделенные из экстрактов растений, обладающие антикворум активностью, так, Zingerone (вещество имбиря) не только оказал заметное влияние на производство сигнальных молекул quorum sensing клиническими изолятами *Pseudomonas aeruginosa*, но также показал значительное влияние на активацию репортерных штаммов QS [16].

В данных исследованиях использовали вещества, ранее выделенные членами коллектива с подтверждённой антибактериальной и QS-активностью из экстракта *Quercus Cortex* [17].

Цель исследования.

Оценка химически синтезированных малых молекул, выделенных из экстракта *Quercus cortex,* с использованием в качестве тест-объектов штаммов бактерий *Escherichia coli* JLD271 pAL103, в том числе на фоне рубцовой жидкости крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. 1. Аутоиндукторы – N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосеринлактон (оксо-С6-ГСЛ) в диапазоне концентраций от 10^{-8} до 10^{-4} М.

2. Рубцовая жидкость крупного рогатого скота, подвергнутая центрифугированию при 5000 об./мин в течение 10 мин.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulation 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Healthy) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. В работе использованы бактериальные штаммы *Escherichia coli* (*E. coli*) K12, трансформированные плазмидами с сшивками рецепторных генов (*rhlR, lasR* от *Pseudomonas aueruginosa* и *luxR Vibrio fisheri*) и генов свечения (*luxCDABE*) *Photorhabdus luminescens*, а также дополнительные молекулярные факторы: водный экстракт дуба, конифериловый спирт, кумарин, входящие в состав коры дуба, и для которых была обнаружена способность подавлять продукцию виолацеина у *Chromobacterium violaceum*.

Культивирование осуществляли на Lysogeny broth-агаре («Sigma», США) с добавлением 10 мкг/мл доксициклина в течение 18 часов при +37 °С. Далее переносили в Lysogeny broth-бульон («Sigma», США) и инкубировали 90 минут при +37 °С для достижения клетками ранней экспоненциальной фазы.

В качестве материала для исследования были использованы репортерные люминесцирующие тест-системы (*E. coli* K-12 pAL103), что обусловлено возможностью количественной оценки стрессовых эффектов с использованием получившего большое распространение метода биолюминесцентного анализа.

Рубцовая жидкость крупного рогатого скота получена через хроническую фистулу рубца животного через три часа после кормления, с использованием шприца Жане (150 мл), с последующим помещением в ёмкость и перевозкой в термосе при температуре +16…+18 °С.

Оборудование и технические средства. Люминометр LM-01T («Immunotech», Чехия), культивирование осуществляли на Lysogeny broth-агаре («Sigma», США), уровень свечения выражали в RLU (relative luminescent units); спектрофотометр Флюорат-02М «Панорама» («Люмэкс», Россия); мультицентрифуга СМ-6М.

Статистическая обработка. Проводилась с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США), рассчитывая среднюю величину (М), среднеквадратичное отклонение (σ), ошибку стандартного отклонения (m). Уровень значимости считали достоверным при P<0,05.

Результаты исследования.

На первом этапе проведена оценка спектров поглощения N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосеринлактона и комплексов растительных молекул. Изучен характер изменения спектров поглощения данных соединений в диапазоне от 200 до 400 нм с наиболее типичным и распространённым ацил-гомосеринлактонов (АГЛ) грамотрицательных бактерий – N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосеринлактоном. Установлено, что спектр поглощения кумарина характеризуется наличием четырёх значений, соответствующих 205 нм (I=0.255), 215 нм (I=0.269), 275 нм (I=0.211), 310 нм (I=0.112) (табл. 1).

Таблица 1. **Интенсивность поглощения кумарина и его комплекса с оксо-С6-ГСЛ**

Наименование	Максимумы кривой поглощения			
	205 нм	215 нм	275 нм	310 нм
Кумарин	0.255	0.269	0.211	0.112
Кумарин+оксо-С6-ГСЛ	0.106	0.134	0.100	0.069
Характер изменения	-58 %	-50 %	-53 %	-38 %

Результат взаимодействия с конифериловым спиртом оказался несколько иным и характеризовался смещением максимумов поглощения (табл. 2).

Таблица 2. **Интенсивность поглощения конифериловогo спирта и его комплекса с N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосеринлактоном (оксо-С6-ГСЛ)**

Наименование	Максимумы кривой поглощения				
	205 нм	220 нм	230 нм	250 нм	265 нм
Конифериловый спирт	0.442	0.513	0.584	1.389	1.293
Конифериловый спирт+ оксо-С6-ГСЛ	0.430	0.853	0.719	0.568	0.862
Процент снижения	-3 %	+66 %	+23 %	-59 %	-33 %

Было обнаружено, что исходное вещество имеет два наиболее значимых сближенных максимума поглощения на 250 нм и 265 нм с интенсивностью 1.389 и 1.293 относительных единиц соответственно. Помимо этого присутствуют незначительные изменения на 205 нм, 220 нм и 230 нм.

Однако внесение в систему молекулы АГЛ привело к исчезновению видимых изменений на 250 нм и значительному падению величины поглощения на 265 нм. При этом особенностью данного взаимодействия оказалось формирование выраженного максимума на 220 нм со значением интенсивности поглощения 0.853 относительные единицы, что превышает начальный уровень на 66 %.

На втором этапе проведены исследования на рубцовой жидкости, к которой были добавлены природные и химически синтезированные ингибиторы, включающие водный экстракт дуба, а также растворы кумарина и конифериловогo спирта. При этом в качестве аутоиндукторов использован N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосерин лактон (оксо-С6-ГСЛ) в диапазоне концентраций от 10^{-8} до 10^{-4} М.

В данном контексте в качестве контрольной группы выступал образец рубцовой жидкости, разведённый до 12.5 %, при этом уровень свечения *E. coli* JLD271 pAL103 был равен 676031±10521 RLU при 10^{-4} М аутоиндуктора.

Формирование комплекса рубцовой жидкости с кумарином привело к снижению эффективности экспрессии сенсорного промотора *luxI* до уровня 476626±13791 RLU при использовании этой же концентрации оксо-С6-ГСЛ, что свидетельствует о связывании дополнительно около 29 % сигнальных молекул. Аналогично более низкие концентрации давали понижение уровня свечения до 241603±7791 RLU при 10^{-5} М и до 39960±2791 RLU при 10^{-6} М, что составляет дополнительное ингибирование 29 % и 55 % молекул соответственно.

Создание аналогичной системы, представляющей сочетание рубцовой жидкости с конифериловым спиртом, также привело к снижению квантового выхода штамма *E. coli* JLD271 pAL103 до уровня 345896±11669 RLU при использовании оксо-С6-ГСЛ в концентрации 10^{-4} М, что свидетельствует о связывании дополнительно около 48 % сигнальных молекул. Аналогично более низкие концентрации давали понижение уровня свечения до 187329±5238 RLU при 10^{-5} М и до 42525±1988 RLU при 10^{-6} М, что составляет дополнительное ингибирование 45 % и 52 % молекул соответственно.

С другой стороны, формирование смеси рубцовой жидкости с экстрактом коры дуба, представляющим целый набор различных молекул, продемонстрировало ещё более выраженное изменение антикворумной активности. Так, в максимальной концентрации оксо-С6-ГСЛ происходит усиление эффекта ингибирования на 61 %, что соответствует уровню 259479±854 RLU, а при 10^{-6} М составило 57 %.

Обсуждение полученных результатов.

В связи с тем, что кормовой субстрат крупного рогатого скота представляет собой тот или иной вид растительного сырья, его состав или отдельные компоненты способны оказывать влияние на сигнальные молекулы или рецепторные белки представителей микробного сообщества. Поэтому изучение влияния экстрактов растений непосредственно на рубцовую жидкость, изменения его биохимических показателей может быть актуально при проведении исследований по межклеточной коммуникации у бактерий в рубце. В то же время учёные в экстрактах растений выявили новый класс веществ, способных эффективно предотвращать развитие инфекционно-воспалительных процессов в организме животных благодаря подавлению системы межклеточной коммуникации у бактерий.

На первом этапе проведена оценка спектров поглощения N-(3-оксо)-гексаноил-L-гомосеринлактона и комплексов растительных молекул. Формирование смеси кумарина с АГЛ не привело к качественным изменениям спектра поглощения, а результировалось лишь снижением амплитуды. Такой результат обусловлен образованием агрегатов, увеличивающих долю в области более 340 нм и снижением концентрации кумарина в системе примерно на половину от исходного количества.

Результат взаимодействия с конифериловым спиртом оказался несколько иным – по всей видимости это связано с ковалентным взаимодействием, что ведёт к образованию новых типов соединений с иными характеристиками, а в контексте нашей работы потенциально должно вести к инактивации механизмов межклеточной коммуникации с использованием ацильных производных гомосеринлактона.

На втором этапе проведены исследования на рубцовой жидкости, к которой были добавлены природные и химически синтезированные ингибиторы, включающие водный экстракта дуба, а также растворы кумарина и конифериловогo спирта. Формирование комплекса рубцовой жидкости с кумарином и конифериловым спиртом привело к снижению эффективности экспрессии сенсорного промотора и снижению квантового выхода штамма *E. coli* JLD271 pAL103. Вероятно, это объясняется дозозависимым ингибированием свечения, что подтверждается результатами ранее проведённых исследований [18] при оценке степени токсичности рубцовой жидкости крупного рогато-

го скота с применением индикаторных люминесцирующих штаммов бактерий, сконструированных на основе *E. coli*. Ингибирование может быть связанно с неоднозначным действием самих молекул. Так, ранее проведённая оценка токсичности (in vitro) кворум ингибирующих молекул *Quercus cortex* показала, что кумарин не повлиял на кинетику люминесценции штамма *E. coli* MG1655 pXen7 [19], что отличается от результатов, проведённых на штамме *E. coli* JLD271 pAL103. В то же время он оказывал токсическое действие на культуру клеток *Stylonychia mytilus* через 24 часа до трёхкратного разведения (0,1-0,025).

Значения EC50 для кониферилового спирта по отношению к штамму *E. coli* MG1655 pXen7=0.54 мг/мл [19], аналогичное ингибирование свечения подтвердилось и в данном исследовании.

Ввиду ограниченности информации воздействия кумарина на микроорганизмы, обитающие в желудочно-кишечном тракте животных, был проведён анализ его возможного комплексного действия на организм. Так, кумарины, входящие в состав Hydrangea paniculata, вызывали ингибирование расщепления каспазы, инфильтрацию нейтрофилов и макрофагов в тканях почек, а также продуцирование цитокинов и хемокинов, а сами могли быть метаболизированы в два биологически активных соединения: umbelliferone и esculetin [20, 21]. Таким образом, вероятность взаимодействия кумарина с биологически активными веществами, присутствующими в составе рубцовой жидкости, высокая, что может приводить к образованию новых соединений.

Необходимо учитывать и то, что кумарин может оказывать избирательное действие на определённые микроорганизмы. Так, была проведена биологическая оценка производных кумаринов в качестве потенциальных ингибиторов продуцирования вирулентного фактора вируса Pseudomonas aeruginosa Pyocyanin, результаты показывают, что производные кумарина подавляют рост P. Aeruginosa [22, 23].

Возможным механизмом действия здесь может рассматриваться наличие кворум ингибирующего действия, что подтверждалось ранее [17], и именно из кумарина, выделенного из коры дуба.

Также это подтвердилось в недавних исследованиях при сравнении семи структурно связанных кумаринов с ингибированием чувствительности кворума Pseudomonas aeruginosa и Chromobacterium violaceum [23, 24].

Что касается кониферилового спирта, его влияние на микроорганизмы желудочно-кишечного тракта неизвестно, в то же время есть данные, что при высоких концентрациях снижает рост клеток Nicotiana [25], при этом он метаболизируется BY-2 клетками в несколько соединений, что предполагалось нами ранее.

Выводы.

Полученные данные позволили констатировать, что использование природных растительных компонентов и их синтетических аналогов усиливает уровень ингибирования активности системы Quorum Sensing путём инактивации регуляторных молекул. В дальнейшем это позволяет определять характер рациона и тип используемых кормовых субстратов или добавок, выступающих в качестве дополнительного фактора регуляции деятельности активности биохимических каналов коммуникации микробного сообщества рубца жвачных животных.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0003)

Литература

1. Mutlur Krishnamoorthy R. & Carani Venkatraman A. Polyphenols activate energy sensing network in insulin resistant models // Chemico-Biological Interactions. 2017. Sep 25. 275. 95-107. doi: 10.1016/j.cbi.2017.07.016.

2. Evaluation of Rhamnetin as an Inhibitor of the Pharmacological Effect of Secretory Phospholipase A2 / M. Novo Belchor, H. Hessel Gaeta, C. Fabri Bittencourt Rodrigues, C. Ramos da Cruz Costa, D. de Oliveira Toyama, L.F. Domingues Passero, M. Dalastra Laurenti & M. Hikari Toyama // Molecules. 2017. Aug 31. 22(9). pii: E1441. doi: 10.3390/molecules22091441.

3. Neutralization of Inflammation by Inhibiting In vitro and In vivo Secretory Phospholipase A2 by Ethanol Extract of Boerhaavia diffusa L. / A.S. Giresha, S.N. Pramod, A.D. Sathisha & K.K. Dharmappa // Pharmacognosy Research. 2017. Apr-Jun. 9(2). P. 174-181. doi: 10.4103/0974-8490.204650.

4. Global Analysis of Type Three Secretion System and Quorum Sensing Inhibition of Pseudomonas savastanoi by Polyphenols Extracts from Vegetable Residues / C. Biancalani, M. Cerboneschi, F. Tadini-Buoninsegni, M. Campo, Arianna Scardigli, A. Romani, & S. Tegli // PLoS One. 2016. 11(9). e0163357. doi:10.1371/journal.pone.0163357.

5. Isolation, identification and cytotoxicity of a new noroleanane-type triterpene saponin from Salicornia bigelovii Torr / F. Guan, Q. Wang, M. Wang, Y. Shan, Y. Chen, M. Yin, Y. Zhao, X. Feng, F. Liu & J. Zhang // Molecules. 2015. Apr 10. 20(4). 6419-6431. doi: 10.3390/molecules20046419.

6. Busbee P.B., Nagarkatti M. & Nagarkatti P.S. Natural indoles, indole-3-carbinol and 3,3'-diindolymethane, inhibit T cell activation by staphylococcal enterotoxin B through epigenetic regulation involving HDAC expression // Toxicology and Applied Pharmacology. 2014. Jan 1. 274(1). 7-16. doi: 10.1016/j.taap.2013.10.022. Epub 2013 Nov 5.

7. What is the aquatic toxicity of saponin-rich plant extracts used as biopesticides? / X. Jiang, H.C.B. Hansen, B.W. Strobel & N. Cedergreen // Environmental Pollution. 2018. May 236:416-424. doi: 10.1016/j.envpol.2018.01.058.

8. Saponins from seeds of Genus Camellia: Phytochemistry and bioactivity / N. Guo, T. Tong, N. Ren, Y. Tu & B. Li // Phytochemistry. 2018. May 149. 42-55. doi: 10.1016/j.phytochem.2018.02.002. Epub 2018 Feb 17.

9. Occurrence of Functional Molecules in the Flowers of Tea (Camellia sinensis) Plants: Evidence for a Second Resource / Y. Chen, Y. Zhou, L. Zeng, F. Dong, Y. Tu & Z. Yang // Molecules. 2018. Mar 29. 23(4). pii: E790. doi: 10.3390/molecules23040790.

10. The new plant Parinari kerstingii Engl.: Toxicity studies and anti-inflammatory properties / L.O. Linus, S.L. Wang, N. Shi, C. Hanson, Y.T. Lu, R.N. Alolga, Q. Liu, R.C. Njokuocha & L.W. Qi // Journal of Ethnopharmacology. 2018. Mar 15. pii: S0378-8741(17)34019-9. doi: 10.1016/j.jep.2018.03.016.

11. Toxicological effect of underutilized plant, Cleistanthus collinus leaf extracts against two major stored grain pests, the rice weevil, Sitophilus oryzae and red flour beetle, Tribolium castaneum / G. Guru-Pirasanna-Pandi, T. Adak, B. Gowda, N. Patil, M. Annamalai & M. Jena // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2018. Jun 15. 154. 92-99. doi: 10.1016/j.ecoenv.2018.02.024. Epub 2018 Feb 15.

12. In vitro antileishmanial and cytotoxicity activities of essential oils from Haplophyllum tuberculatum A. Juss leaves, stems and aerial parts / A. Hamdi, J. Bero, C. Beaufay, G. Flamini, Z. Marzouk, Y. Vander Heyden & J. Quetin-Leclercq // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2018. Feb 14. 18(1). 60. doi: 10.1186/s12906-018-2128-6.

13. Acute and Subchronic Toxicity Studies of Aqueous Extract of Desmodium adscendens (Sw) DC / O. Quaye, P. Cramer, M. Ofosuhene, L.K.N. Okine & A.K. Nyarko // Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine. 2017. Oct 22(4). 753-759. doi: 10.1177/2156587217736587.

14. Subchronic toxicity, immunoregulation and anti-breast tumor effect of Nordamnacantal, an anthraquinone extracted from the stems of Morinda citrifolia L. / N. Abu, N.R. Zamberi, S.K. Yeap, N. Nordin, N.E. Mohamad, M.F. Romli, N.E. Rasol, T. Subramani, N.H. Ismail & N.B. Alitheen // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2018. 27 jan 18 (1). 31. doi: 10.1186 / s12906-018-2102-3.

15. Antifungal and cytotoxic activities of selected medicinal plants from Malaysia / Y.S. Chan, Y.H. Cheah, P.Z. Chong, H.L. Khor, W.S. Teh, K.S. Khoo, H.C. Ong & N.W. Sit // Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. 2018. jan 31 (1). P. 119-127.

16. Zingerone silences quorum sensing and attenuates virulence of Pseudomonas aeruginosa / L. Kumar, S. Chhibber, R. Kumar, M. Kumar & K. Harjai // Fitoterapia. 2015. Apr 102. P. 84-95. doi: 10.1016/j.fitote.2015.02.002.

17. Deryabin D.G. & Tolmacheva A.A. Antibacterial and anti-qurum sensing molecular composition derived from Quercus Cortex (oak bark) extract // Molecules. 2015. № 20(9). P. 17093-17108.

18. Study of Intercellular Interaction of Ruminal Microorganisms of Beef Cattle / K. Logachev, I. Karimov, G. Duskaev, A. Frolov, S. Tulebaev & O. Zav`yalov // Asian Journal of Animal Sciences. 2015. 9. P. 248-253. doi: 10.3923/ajas.2015.248.253.

19. Assessment of (in vitro) Toxicity of Quorum Sensing Inhibitor Molecules of Quercus cortex / G.K. Duskaev, D.G. Deryabin, I. Karimov, D.B. Kosyan & S.V. Notova // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2018. Vol. 10(1). P. 91-95.

20. Total Coumarins from Hydrangea paniculata Show Renal Protective Effects in Lipopolysaccharide-Induced Acute Kidney Injury via Anti-inflammatory and Antioxidant Activities / S. Zhang, J. Ma, L. Sheng, D. Zhang, X. Chen, J. Yang & D. Wang // Frontiers in Pharmacology. 2017. Dec 14. 8. 872. doi: 10.3389/fphar.2017.00872.

21. Total Coumarins from Hydrangea paniculata Protect against Cisplatin-Induced Acute Kidney Damage in Mice by Suppressing Renal Inflammation and Apoptosis / Z. Sen, M. Jie, Y. Jingzhi, W. Dongjie, Z. Dongming & C. Xiaoguang // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2017. V. 2017. 5350161. 15 p. doi: 10.1155/2017/5350161.

22. Synthesis and Biological Evaluation of the Coumarins Derivatives as Potential Inhibitors of the Production of the Pseudomonas aeruginosa Virulence Factor Pyocyanin / Forezi L. da S.M., T.Q. Froes, M.F.C. Cardoso ., C.A. de Oliveira Maciel, G.G. Nicastro, R.L. Baldini, D.C.S. Costa, V.F. Ferreira, M.S. Castilho & F. de C. da Silva // Current Topics in Medicinal Chemistry. 2018. Mar 29. doi: 10.2174/1568026618666180329122704.

23. Comparison of seven structurally related coumarins on the inhibition of Quorum sensing of Pseudomonas aeruginosa and Chromobacterium violaceum / R.E. D'Almeida, R.D.I. Molina, C.M. Viola, M.C. Luciardi, C. Nieto Peñalver, A. Bardón, & Arena M.E. // Bioorganic Chemistry. 2017. Aug. № 73. P. 37-42. doi: 10.1016/j.bioorg.2017.05.011.

24. Coumarin: a novel player in microbial quorum sensing and biofilm formation inhibition / F.J. Reen, J.A. Gutiérrez-Barranquero, M.L. Parages & F. O Gara // Applied Microbiology and Biotechnology. 2018. Mar. 102(5). P. 2063-2073. doi: 10.1007/s00253-018-8787-x.

25. Coniferyl alcohol hinders the growth of tobacco BY-2 cells and Nicotiana benthamiana seedlings / E.E. Väisänen, A.I. Smeds, K.V. Fagerstedt, T.H. Teeri, S.M. Willför & A. Kärkönen // Planta. 2015. Sep. 242(3). P. 747-760. doi: 10.1007/s00425-015-2348-7. Epub 2015 Jun 25.

Каримов Ильшат Файзелгаянович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией микробиологии ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-07-63, e-mail: ifkarimov@yandex.ru; доцент кафедры биохимии и микробиологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13

Дускаев Галимжан Калиханович, доктор биологических наук, заместитель директора по науке, заведующий отделом кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-07-63, e-mail: gduskaev@mail.ru

Левахин Георгий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-41

Поступила в редакцию 13 августа 2018 года

UDC 636.22/.28:615.32

Karimov Ilshat Faizelgayanovich[1,2], Duskaev Galimzhan Kalikhanovich[1], Levakhin Georgy Ivanovich[1]
[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»*, e-mail: gduskaev@mail.ru
[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»*, e-mail: ifkarimov@yandex.ru

Effect of plant matter on quorum sensing signal molecules (in vitro studies)

Summary. Restriction on use of antibiotics in feeding of farm animals promoted an active search for new substances with similar properties. Particular attention is paid to research among medicinal plants previously used in the treatment of animal diseases. To date, substances have been isolated from natural sources that target certain types of molecules and can be useful for preventing resistance including antibiotic substances resistance. The purpose of this study was to evaluate chemically synthesized small molecules isolated from the extract of *Quercus cortex* using strains of *Escherichia coli* JLD271 pAL103 as test objects, including against the background of cattle ruminal fluid. The absorption spectra of N-(3-oxo)-HexanoylL-homoserine lactone and complexes of plant molecules (coumarin, coniferyl alcohol) have been studied. It is established that the absorption spectrum of coumarin is characterized by four values and the result of interaction with coniferyl alcohol by shift of absorption maxima. Formation of ruminal fluid complex with coumarin led to a decrease in the efficiency of sensory promoter *luxI* expression which indicates the binding of additional 29 % of signaling molecules, and with coniferyl alcohol – additionally about 48 % of signal molecules. Formation of a mixture of ruminal fluid with an oak bark extract representing a whole set of different molecules demonstrated an even more pronounced change in antiquorum sensing activity. Use of natural plant components and their synthetic analogues enhances the level of inhibition of Quorum Sensing system activity by inactivation of regulatory molecules. At later stages it allows to determine the type of diet and type of used feed substrates or additives that act as an additional factor in activity regulation of communication biochemical channels of rumen microbial community of the ruminant animals.

Key words: cattle, oak bark, plant matter, signal molecules, ruminal fluid, inhibition.

УДК 591.11:636.22/28.082.13

Сезонные изменения в морфологическом и биохимическом составах крови у бычков калмыцкой породы разных генотипов

Р.Ф. Третьякова[1], Х.А. Амерханов[2], Е.Д. Кущ[3], Ф.Г. Каюмов[1], А.И. Отаров[4]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] Департамент животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации
[3] СПК племзавод «Дружба»
[4] Институт сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук

Аннотация. Смена температурных режимов в процессе выращивания мясного скота оказывает комплексное воздействие на организм, в том числе на морфологический и биохимический составы крови, выступающие индикаторами общего физиологического состояния животного. Цель исследований состояла в оценке адаптационной пластичности по сезонной изменчивости морфологических и биохимических показателей крови и её сыворотки у бычков калмыцкой породы разных зональных типов. Исследования морфологического и биохимического составов крови проведены в различные по температурному режиму сезоны года (осень, зима, весна) на бычках калмыцкой породы двух зональных типов: «Айта» (Республика Калмыкия) и «Вознесеновский» (Ставропольский край). Наследственность молодняка не оказывала достоверного влияния на вариабельность показателей крови. Смена температурного режима по сезонам года значительно (P<0,05) определяла изменчивость эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов. Максимальное содержание эритроцитов и лейкоцитов наблюдалось в холодный период года (зима). Влияние сезона выращивания не оказывало достоверного влияния (P>0,05) на изменчивость общего белка в сыворотке крови. Содержание альбуминовой фракции в большей степени подвергалось влиянию смены сезонов года (P<0,05). В зимний период отмечается минимальное количество альбуминов в сыворотке крови. Вариабельность глобулиновой фракции имела обратную направленность по сравнению с содержанием альбуминов. В исследовании активности аспрататаминотрансферазы в сыворотке крови бычков установлено достоверное влияние (P<0,01) сезона года. Наивысший уровень наблюдался в весенний период, минимум отмечался зимой. Активность аланинаминотрансферазы слабо детерминирована как генотипом, так и условиями окружающей среды. Все изменения в составе крови не выходили за пределы физиологических норм. Результаты свидетельствуют о хорошей адаптационной пластичности калмыцкого молодняка разных генотипов.

Ключевые слова: мясной скот, калмыцкая порода, тип «Айта», тип «Вознесеновский», кровь, сыворотка крови, сезон года, адаптационная пластичность.

Введение.

Разнообразие климатических зон в России, а также значительные сезонные колебания температурного режима в течение года предъявляют повышенные требования к адаптационным, акклиматизационным качествам мясного скота [1]. Кроме того, сезон года обусловливает тип кормления, полноценность и сбалансированность рационов для животных [2]. В связи с этим селекционные программы в мясном скотоводстве должны учитывать оценку животных по адаптационным способностям к экологическим и технологическим условиям разведения. Смена температурных режимов в процессе выращивания мясного скота оказывает комплексное воздействие на организм, в том числе на морфологический и биохимический составы крови, выступающие индикаторами общего физиологического состояния животного [3-4]. Отклонения в гематологических показателях от референтных значений свидетельствуют о нарушениях в метаболизме особей и слабой сопротивляемости факторам окружающей среды. В связи с этим оценка вариабельности показателей в морфологическом и биохимическом составах крови у мясного скота служит надёжным критерием при изучении адаптационных способностей [5].

Районирование животных по разным ареалам разведения происходит на основе неодинаковой приспособленности отдельных типов к условиям окружающей среды, которая закрепляется в процессе естественного и искусственного отборов. Это приводит к внутрипородной дифференциации животных на различные структурные элементы породы [6-7]. Калмыцкая порода скота распространена во всех эколого-климатических зонах России. Этому способствовали прекрасные акклиматизационные качества, неприхотливость к условиям кормления и содержания. Широкий ареал распространения калмыцкого скота предопределил его разделение на несколько зональных типов с уникальной генеалогией и отличающимися продуктивностью, типом телосложения и воспроизводительными способностями [8].

Цель исследования.

Оценка адаптационной пластичности по сезонной изменчивости морфологических и биохимических показателей крови и её сыворотки у бычков калмыцкой породы разных зональных типов.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки калмыцкой породы двух зональных типов: «Айта» (Республика Калмыкия) и «Вознесеновский» (Ставропольский край).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Животные находились под наблюдением в СПК племзавод «Дружба» Ставропольского края. Исследования морфологического и биохимического составов крови проведены в различные по температурному режиму сезоны года (осень, зима, весна). Метеорологические условия по периодам года представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Характеристика климатических условий по периодам контроля**

Месяц	Температура, ºС		Количество солнечных дней	Осадки, мм
	днём	ночью		
Ноябрь (осень)	+7,2	-0,2	9	46,7
Январь (зима)	-5,8	-8,4	3	48,6
Апрель (весна)	+13,0	+6,8	11	67,8

Для определения гематологического анализа у подопытных животных брали пробы крови из ярёмной вены (n=5 гол. из каждой группы), которую вносили в пробирки с 600 мкл этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) до получения объёма 10 мл. Для биохимического анализа использовали пробирки с активатором свертывания (SiO_2).

Результаты рассчитаны по формулам согласно методике на основании измерений: общий белок – биуретовый метод; альбумин – фотометрический метод с бромкрезоловым зелёным; АЛТ, АСТ – фотометрический метод; неорганический кальций – фотометрический тест с использованием арсеназо III; фосфор – фотометрический метод. Гематологические показатели определялись: количество эритроцитов и лейкоцитов в 1 см^3 крови в камере Горяева, гемоглобин – с помощью гемометра Сали.

Содержание и кормление подопытных бычков были одинаковыми и зависели от сезона года. Состав рационов для бычков балансировали в зависимости от сезона года и запланированного уровня приростов живой массы из кормов собственного производства.

Оборудование и технические средства. Исследования крови проводились в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ВНИИОК-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (г. Ставрополь). Пробирки с активатором свёртывания (SiO_2) и пробирки с ЭДТА, автоматический биохимический анализатор DIRUI CS-T240 («DIRUI industrial Co. Ltd.», КНР).

Статистическая обработка. Влияние генотипа и сезона года на изменчивость гематологических и биохимических показателей у молодняка изучали дисперсионным анализом с использованием процедуры ANOVA в программе «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Динамика морфологического и биохимического составов крови бычков показана в таблице 2. Наследственность молодняка не оказывала достоверного влияния на вариабельность показателей крови. Так, межгрупповая разница по содержанию эритроцитов достигала 0,05-0,21×10^{12}/л (0,74-0,21 %; P>0,05), а гемоглобина – 0,3-2,6 г/л (0,28-2,34 %; P>0,05) в зависимости от периода контроля. При этом максимальная концентрация изучаемых параметров наблюдалась в зимний период у бычков «Вознесеновского» генотипа при наивысших среднесуточных приростах животных.

Таблица 2. **Морфологический и биохимический составы крови(X±Sx)**

Показатель	Сезон года	Группа	
		Айта	Вознесеновский
Эритроциты, 10^{12}/л	осень	6,11±0,288	6,00±0,185
	зима	6,79±0,178	6,84±0,190
	весна	6,33±0,306	6,54±0,223
Гемоглобин, г/л	осень	106,0±1,924	105,7±1,068
	зима	112,6±1,631	114,2±1,463
	весна	111,2±1,985	113,8±1,744
Лейкоциты, 10^9/л	осень	7,27±0,217	7,35±0,165
	зима	8,19±0,282	8,08±0,156
	весна	6,90±0,244	7,05±0,337
Кальций, ммоль/л	осень	2,33±0,025	2,30±0,065
	зима	2,19±0,068	2,13±0,072
	весна	2,64±0,064	2,64±0,075
Фосфор, ммоль/л	осень	1,93±0,037	1,92±0,060
	зима	1,95±0,069	1,91±0,080
	весна	2,24±0,100	2,21±0,068
Кислотная ёмкость, ммоль/л	осень	107,4±1,122	108,0±1,414
	зима	118,2±1,158	118,4±1,363
	весна	114,6±1,631	115,2±1,319
Витамин А, мкмоль/л	осень	5,13±0,034	5,07±0,054
	зима	4,82±0,056	4,93±0,085
	весна	6,41±0,076	6,75±0,139

Концентрация неорганического кальция и фосфора, витамина А в крови животных во многом зависела от алиментарного их попадания в организм. Поэтому закономерен рост содержания этих показателей в весенний период при полноценном и сбалансированном кормлении молодняка. Так, количество кальция в крови весной увеличилось по сравнению с зимним периодом на 0,45-0,51 ммоль/л (20,55-23,94 %; P<0,001), фосфора – на 0,29-0,30 ммоль/л (14,87-15,71 %; P<0,001), витамина А – на 1,59-1,82 мкмоль/л (32,99-36,92 %; P<0,001). В то же время существенных различий между изучаемыми генотипами по величине гематологических параметров не отмечалось.

Количество общего белка в сыворотке крови бычков отличалось большей стабильностью по периодам года (табл. 3). Влияние сезона выращивания не оказывало достоверного влияния (P>0,05) на изменчивость этого компонента. Генотип молодняка также несущественно детерминировал различия в содержании белка. Однако отмечается некоторое преимущество по количеству общего протеина в сыворотке крови бычков «Вознесеновского» типа. Так, в зимний период превосходство достигало 0,34 г/л (0,43 %; P>0,05), в весенний – 0,19 г/л (0,24 %; P>0,05).

Таблица 3. **Белковый состав сыворотки крови (X±Sx)**

Показатель	Сезон года	Группа	
		Айта	Вознесеновский
Общий белок, г/л	осень	78,64±0,860	77,45±1,122
	зима	78,92±1,005	79,26±0,841
	весна	79,77±0,801	79,96±0,553
Альбумины, г/л	осень	36,71±0,805	35,86±0,700
	зима	34,57±0,919	35,20±0,421
	весна	36,46±0,930	37,07±0,387
Глобулины, г/л	осень	41,93±0,653	41,59±0,821
	зима	44,35±0,426	44,06±0,706
	весна	43,31±0,415	42,89±0,326
α-глобулин, г/л	осень	10,03±0,249	9,70±0,272
	зима	10,39±0,292	10,47±0,338
	весна	11,46±0,308	11,55±0,367
β-глобулин, г/л	осень	11,35±0,294	10,93±0,377
	зима	13,98±0,237	13,48±0,410
	весна	13,51±0,304	13,31±0,313
γ-глобулин, г/л	осень	20,55±0,694	20,96±0,646
	зима	19,98±0,262	20,11±0,767
	весна	18,34±0,178	18,02±0,446
А/Г	осень	0,88±0,026	0,86±0,022
	зима	0,78±0,022	0,80±0,015
	весна	0,84±0,026	0,86±0,010

Содержание альбуминовой фракции в большей степени подвергалось влиянию смены сезонов года (P<0,05). При этом в зимний период отмечается минимальное количество альбуминов в сыворотке крови. Весной содержание фракции увеличилось на 1,87-1,89 г/л (5,31-5,47 %).

Вариабельность глобулиновой фракции имела обратную направленность по сравнению с содержанием альбуминов. Максимальная концентрация глобулинов наблюдалась в зимний период, а минимальная – в осенний. Увеличение в количестве глобулинов на указанном этапе составляло 2,42-2,47 г/л (5,77-5,94 %; P<0,01). При этом превосходство (P>0,05) во все сезоны года отмечалось на стороне бычков типа «Айта».

Межгрупповые различия по альбумин-глобулиновому соотношению не характеризовались статистической значимостью. В то же время сезон контроля достоверно (P<0,01) определял изменчивость параметра. Максимальное значение альбумин-глобулинового коэффициента установлено в осенний период. Зимой изучаемое соотношение снизилось на 0,06-0,10 ед. (7,50-12,82 %).

В исследовании активности аспрататаминотрансферазы в сыворотке крови бычков установлено достоверное влияние (P<0,01) сезона года (рис. 1). При этом наивысший уровень наблюдался в весенний период, минимум отмечался зимой. Изменения в активности в указанный проме-

жуток составляло 0,04-0,05 ммоль/ч·л (3,39-4,31 %). Бычки «Вознесеновского» типа отличались несколько повышенной активностью аспрататаминотрансферазы по сравнению со сверстниками, однако это превосходство не характеризовалось статистической значимостью. Напротив, максимальная активность аланинаминотрансферазы наблюдалась у молодняка типа «Айта». Однако фактор сезонности не оказывал достоверного влияния на изменчивость активности АЛТ.

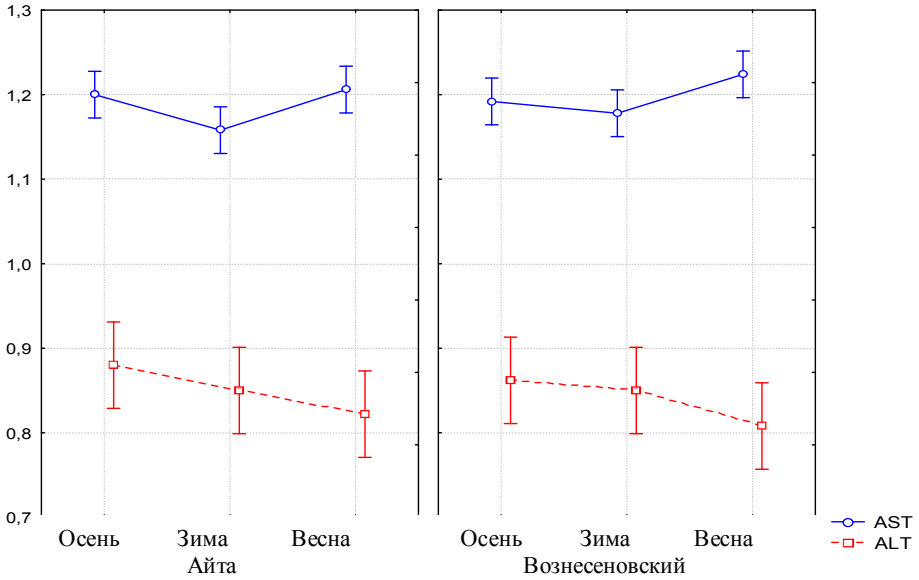

Рис. 1 – Динамика активности аминотрансфераз сыворотки крови, ммоль/ч·л

Обсуждение полученных результатов.

Условия окружающей среды значительно влияют на продуктивные качества и биологические особенности мясного скота [9-10]. В том числе гематологический профиль животных существенно определяется сезонными изменениям температурного режима [11]. В наших исследованиях контроль за динамикой состава крови и её плазмы проводился на двух группах бычков калмыцкой породы в климатических условиях умеренной степи Ставропольского края. При этом первая группа бычков состояла из интродуцированного генотипа полупустынной зоны Республики Калмыкия. Результаты анализов морфологического и биохимического составов крови у подопытных бычков не выходили за пределы физиологических норм [12-13]. В то же время происхождение и генотип молодняка не оказали достоверного влияния на межгрупповые различия в гематологических показателях. Это свидетельствует о хороших адаптационных способностях изучаемых групп калмыцких бычков [14]. Напротив, смена температурного режима по сезонам года значительно ($P<0,05$) определяли изменчивость эритроцитов. При этом максимальное содержание эритроцитов наблюдалось в холодный период года (зима), что согласуется с исследованиями [15]. Наивысшая концентрация гемоглобина также отмечалась в зимний период. Эти изменения связаны с высокой регуляцией организмом бычков водного баланса и температурой тела. Так, компенсация воды животными в жаркий сезон года приводила к эффекту гемодилюции [16]. Особенности кормления, которые зависели от сезона года, также определяли биохимический состав крови [17]. Трава естественных пастбищ, богатая витаминами и микроэлементами, предопределила высокое содержание неорганического кальция, фосфора и витамина А в крови во время весеннего периода. В контрастные по температурному режиму сезоны количество общего белка в сыворотке крови у бычков было довольно стабильно и не зависело от условий окружающей среды. Однако при анализе содержания отдельных фракций выявлена периодичность в их вариабельности. Так, при низкой температуре воздуха наблюдается снижение концентрации альбуминов, а максимальное количество зафиксировано в весенний период года. Изменчивость содержания глобулинов была противополож-

на альбуминовой фракции. При этом отмечается влияние уровня кормления и качества кормов на колебания концентрации общего белка и его фракций в сыворотке крови, что согласуется с многочисленными исследованиями [18-24].

Выводы.

Изучение морфологического и биохимического составов крови и её сыворотки в различные по температурному режимы сезоны года у бычков калмыцкой породы разных зональных типов показало слабое влияние фактора происхождения животных и сильное воздействие условий окружающей среды на изменчивость показателей. Все изменения в составе крови не выходили за пределы физиологических норм. Результаты свидетельствуют о хорошей адаптационной пластичности калмыцкого молодняка разных генотипов.

Литература

1. Амерханов Х.А., Каюмов Ф.Г. Племенные ресурсы в развитии специализированного мясного скотоводства // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(3). С. 3-7.

2. Левахин Г.И., Дускаев Г.К. Усвоение фосфора жвачными животными при разных типах кормления // Вестник Оренбургского государственного университета. 2004. № S4. С. 49-50.

3. Каюмов Ф.Г., Лебедев С.В., Маевская Л.А. Морфологические и биохимические показатели крови тёлок калмыцкой породы // Вестник мясного скотоводства. 2008. Вып. 61. Т. I. С. 164-167.

4. Мирошников С.А., Лебедев С.В. Диапазон концентраций (референтные значения) химических элементов в теле животных // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6(112). С. 241-243.

5. Литовченко В.Г., Тюлебаев С.Д., Герасимов Н.П. Особенности гематологического состава у молодняка герефордской породы разных генотипов // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2(80). С. 31-36.

6. Сравнительная характеристика бычков калмыцкой породы новосозданных заводских типов / Ф.Г. Каюмов, Е.Д. Кущ, Л.М. Половинко, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 21-28.

7. Хайнацкий В.Ю., Каюмов Ф.Г., Тихонов П.Т. Оценка экстерьера крупного рогатого скота мясного направления продуктивности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 4(36). С. 120-123.

8. Эрнст Л.К., Мазуровский Л.З., Герасимов Н.П. Использование внутрипородных резервов при селекции мясного скота // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 6. С. 35-40.

9. Haematological properties of different breeds and sexes of rabbits / L.J. Isaac, G. Abah, B. Akpan & I.U. Ekaette // Proceedings of the 18th Annual Conference of Animal Science Association of Nigeria, 2013. P. 24-27.

10. Mmereole F.U.C. The Effects of Replacing Groundnut Cake with Rubber Seed Meal on the Haematological and Serological Indices of Broilers // International Journal of Poultry Science. 2008. 7(6). P. 622-624.

11. Литовченко В.Г., Тюлебаев С.Д., Герасимов Н.П. Гематологические показатели молодняка герефордской породы разных эколого-генетических групп // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3(41). С. 140-143.

12. Research Animal Resources (2009). Reference values for laboratory animals: Normal haemotologyical values. RAR Websites, RAR, University of Minnesota. Retrieved from http://www.ahc.umn.edu/rar/refvalues.html.

13. Feldman B.F., Zinkl J.G., Jain N.C. Schalm's Veterinary Hematology. 5th edition. Philadelphia, Pa, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

14. Wood D., Quiroz-Rocha G.F. Normal hematology of cattle // Schalm's veterinary hematology / Weiss D.G., Wardrop K.J. (eds.). 6th ad. Philadelphia: Widey, 2010. P. 829-835.

15. Effect of different environmental conditions on some haemotological parameters in cows / G. Mazzullo, C. Rifici, F. Cammarata, G. Caccamo, M. Rizzo, G. Piccione // Annals of Animal Science. 2014. Vol. 14. No. 4. P. 947-954.

16. El-Nouty F.D., Al-Haidary A.A., Salah M.S. Seasonal variation in hematological values of high- and average yielding Holstein cattle in semi-arid environment // Journal of King Saud University. 1990. 2. P. 173-182.

17. Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological, hematological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows / M. Koubkova, I. Knizkova, P. Kunc, H. Hartlova, J. Flusser, O. Dolezal // Czech Journal of Animal Science. 2002. 47. P. 309-318.

18. Herdt T.H. Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing // Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice. 2000. 16. P. 387-403.

19. Blood biochemical values in Japanese Black calves in Kagoshima Prefecture, Japan / K. Otomaru, K. Wataya, T. Uto, K. Kasai // Journal of Veterinary Medical Science. 2016. V. 78. Issue 2. P. 301-303.

20. Герасимов Н.П., Дубовскова М.П., Джуламанов К.М. Факторы экологической адаптации и продуктивность скота казахской белоголовой породы разных генотипов в условиях Южного Урала // Ветеринарный врач. 2010. № 2. С. 61-64.

21. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П. Динамика гематологических показателей тёлок герефордской породы разных типов телосложения по периодам года // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 74-79.

22. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Моос Ю.Э. Показатели естественной резистентности тёлок герефордской породы различных эколого-генетических групп // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 79-81.

23. Заикина Е.В., Герасимов Н.П. Особенности морфологического и биохимического составов крови бычков разных эколого-генетических групп // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(33). С. 238-240.

24. Кван О.В., Лебедев С.В., Русакова Е.А. Моделирование дефицита химических элементов в организме животных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 4(32). С. 312-315.

Третьякова Рузия Фоатовна, специалист отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-63-75, e-mail: kserev_1976@mail.ru

Амерханов Харон Адиевич, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор Департамента животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, 107139, г. Москва, Орликов переулок, 1/11, тел.: +7(499)975-52-44, e-mail: info@plem.mcx.ru

Кущ Евгений Дмитриевич, кандидат сельскохозяйственных наук, председатель СПК племзавод «Дружба», 356710, Ставропольский край, Апанасенковский р-н, с. Вознесеновское, ул. Шоссейная, д. 3, тел.: 8(8652)7-24-78

Каюмов Фоат Галимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления, заведующий лабораторией новых пород и типов мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел. 8(3532)43-46-76, сот.: 8-987-341-75-80, e-mail: vniims.or@mail.ru, nazkalms@mail.ru

Отаров Амаш Исхакович, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник отдела животноводства и кормопроизводства Института сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, 360004, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Кирова, 224, тел.: 89280791053, e-mail: kbniish2007@yandex.ru

Поступила в редакцию 13 августа 2018 года

UDC 591.11:636.22/28.082.13

Tretyakova Ruzia Foatovna[1], Amerkhanov Kharon Adiyevich[2], Kushch Yevgeny Dmitrievich[3], Kayumov Foat Galimovich[1], Otarov Amash Iskhakovich[4]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: vniims.or@mail.ru

[2] *Department of Livestock and Breeding of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation,* e-mail: info@plem.mcx.ru

[3] *Agricultural Production Cooperative «Druzhba»*

[4] *Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkar Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,* e-mail: kbniish2007@yandex.ru

Seasonal changes in morphological and biochemical blood composition of Kalmyk bulls of different genotypes

Summary. Change in temperature regimes during the cultivation of beef cattle has a complex influence on the organism including on morphological and biochemical composition of blood which act as indicators of general physiological state of the animal. The purpose of the studies was to assess the adaptive flexibility using seasonal variability of morphological and biochemical indices of blood and its serum of Kalmyk breed bulls of different zonal types. Studies of morphological and biochemical composition of blood were carried out in different by temperature regimes year seasons (autumn, winter, spring) on Kalmyk bulls of two zonal types: «Ayta» (Republic of Kalmykia) and «Voznesenovskiy» (Stavropol Territory). Heredity of young stock did not have a significant effect on blood characteristics variability. Change in temperature regime by year seasons significantly ($P<0.05$) determined the variability of erythrocytes, hemoglobin and leukocytes. The maximum content of erythrocytes and leukocytes was observed in the cold period of the year (winter). Influence of the breeding season did not have a significant effect ($P>0.05$) on the variability of total protein in blood serum. Content of the albumin fraction was more influenced by change of year seasons ($P<0.05$). In winter, there is a minimal amount of albumin in the blood serum. Globulin fraction variability was reversed in comparison with the albumin content. In a study of aspartate aminotransferase activity in the serum of bulls a significant effect ($P<0.01$) of the season was established. The highest level was observed in the spring period, the minimum was recorded in winter. Activity of alanine aminotransferase is poorly determined both by the genotype and by the environmental conditions. All changes in the blood composition were within physiological norms. The results indicate a good adaptive flexibility of Kalmyk young stock of different genotypes.

Key words: beef cattle, Kalmyk breed, type «Ayta», type «Voznesenovskiy», blood, blood serum, year season, adaptive flexibility.

УДК 636.082.11:591.11

Генетическая характеристика герефордского скота по группам крови и ДНК-маркеру GDF 5 в отечественной популяции

М.П. Дубовскова[1], М.И. Селионова[2], Л.Н. Чижова[2], Н.П. Герасимов[1], А.М. Ворожейкин[1], В.И. Колпаков[1], Е.Б. Джуламанов[1]

[1] ФГБНЦ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Аннотация. Анализ генетического разнообразия отечественной популяции герефордского скота с использованием эритроцитарных антигенных факторов и ДНК-маркеров обеспечит объективный контроль за селекционным процессом и определит дальнейшее его направление. Целью работы являлись характеристика аллелофонда по системе EAB группы крови и выявление связи с продуктивностью, а также изучение полиморфизма гена-маркера GDF 5 в стаде герефордского скота. Для проведения исследований по группам крови в стаде ПАО «Птицефабрика «Челябинская» отбиралась цельная кровь из ярёмной вены у 254 голов маточного поголовья. Установлено, что интенсивное использование герефордских быков-производителей канадского происхождения способствовало изменению генетической структуры отечественной популяции. Диагностика аллелофонда стада позволила выявить 74 феногруппы в системе EAB группы крови, из которых 14 аллелей отличались максимальной частотой встречаемости (2,0-18,3 %). Живая масса 15-месячных тёлок с генотипом $Y_2I'Q'$ превосходила сверстниц на 20,4-30,4 кг (5,89-9,04 %). Носители феногруппы $Y_2D'I'Q'$ проявили максимальную продуктивность, что позволило им получить достоверное преимущество относительно аналогов с аллелями G' на 35,2 кг (10,49 %), $G_3A_2'G''$ – на 37,1 кг (11,11 %), G_3 – на 34,5 кг (10,26 %). Установлено достоверное влияние ($P<0,001$) аллельной принадлежности тёлок на весовой и линейный рост животных (11,29-16,86 %). Максимальная детерминация генотипом выявлена в изменчивости высоты в крестце. Изучение частоты встречаемости желательного генотипа (TT) по гену-маркеру GDF 5 показало его невысокое распространение в популяции отечественных герефордов.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, герефордская порода, аллелофонд, группа крови, аллель, продуктивность, ДНК-маркер, живая масса, высота в крестце.

Введение.

Для совершенствования герефордской породы мясного скота России в последние десятилетия активно используются животные канадской селекции. Это – крупные, высокорослые, тяжеловесные, комолые животные, обеспечивающие наследование своих ценных качеств потомками [1-3]. На Южном Урале и Ставрополье эколого-генетические поколения герефордов обладают специфическими характеристиками генетических факторов, следовательно, определённой продуктивностью. Проведение мониторинга фенотипического разнообразия популяций в практике разведения возможно, изучив особенности полиморфизма генетических систем [4-6]. И, как следствие, по анализу передачи наследственной информации в поколениях потомков выявить роль отдельных животных в процессе селекции и формировании аллелофонда популяции.

Современное состояние генетической структуры характеризуется тенденцией к снижению разнообразия фенотипа и замещению имеющихся адаптированных форм доминирующими по продуктивности представителями мирового генофонда. Следовательно, анализ генетического разнообразия эколого-генетических групп с использованием эритроцитарных антигенных факторов и ДНК-маркеров обеспечит объективный контроль за селекционным процессом и определит дальнейшее его направление [7-9].

Цель исследования.

Характеристика аллелофонда по системе EAB группы крови и выявление связи с продуктивностью, а также изучение полиморфизма гена-маркера GDF 5 в стаде герефордского скота.

Материал и методы исследований.

Объект исследования. Чистопородные животные герефордской породы скота из ПАО «Птицефабрика «Челябинская».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для характеристики аллелофонда племенного герефордского стада ПАО «Птицефабрика «Челябинская» Челябинской области по группам крови отбиралась цельная кровь из ярёмной вены у 254 голов маточного поголовья. Идентификацию аллелей осуществляли в системе EAB группы крови семейно-генетическим анализом. Рост и развитие животных изучали по данным зоотехнического и племенного учётов.

Нуклеотидная последовательность праймера для гена маркера GDF 5 представлена в таблице 1.

Таблица 1**. Характеристика праймера, использованного в работе**

Ген-маркер	Последовательность праймера	Размер продукта, п. н.	Источник информации
GDF 5	F: 5’-TGTCCGATGCTGACAGAAAGG-3’ R: 5’-GAGTGAGGTTAATCCCAGATACCA-3’	235	Liu Y.F. и др. (2010) [11]

ПЦР-ПДРФ гена GDF5 проводили в термоцикле «MyCycler». Протокол ПЦР: инициирующая денатурация ДНК в течение 5 мин при температуре +95 ºС, затем 32 цикла амплификации, денатурация +94 ºС (30 сек), отжиг +60 ºС (30 сек) и элонгация +72 ºС (30 сек), заключительный синтез – при температуре +72 ºС в течение 10 мин.

Реакцию рестрикции полученных продуктов амплификации GDF5 проводили с использованием эндонуклеаз рестрикции *MvaI* (табл. 2).

Таблица 2. **Характеристика эндонуклеазы и размеры продуктов рестрикции в зависимости от генотипа**

Ген	Рестриктаза	Замена нуклеотида	Температура инкубации, ºС	Размеры продуктов, п. н.
GDF 5	*MvaI*	T C	37	TT – 235 п. н. CC – 181 и 54 п. н. CT – 235, 181 и 54 п. н.

Для проведения реакции в пробирке смешивали 20 мкл ПЦР-продукта и 10 ед. *MvaI* с последующим инкубированием при t +37 ºС в течение 5 часов. Полученный продукт разделяли методом горизонтального электрофореза (в 1х трис-боратного буфера при напряжении 80 В) в 2,5 %-ном агарозном геле с окрашиванием бромистого этидия. После чего гель анализировали в ультрафиолетовом свете на трансиллюминаторе «UVT-1», фотографировали с помощью системы «VITran v.1.0». Определение длины фрагментов проводили с помощью маркера молекулярных масс «GenePakR DNA Ladder M 50» («IsoGene Lab», Москва).

Оборудование и технические средства. Серологические тесты проводились в присутствии стандартных реагентов (база реагентов=51 ед.) в лаборатории книг племенных животных и иммуногенетической экспертизы ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН [10].

Изучение полиморфизма маркера дифференцирующего фактора роста (GDF 5) проводили на образцах ДНК, выделенной из цельной крови (n=44 гол.), с использованием набора реагентов «DIAtom^{tm} DNA Prep 200» (IsoGene Lab, Москва) в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». Праймер синтезирован в НПФ «Литех».

Электронные весы «ВСП4-Ж» (Россия) для взвешивания животных, мерная палка Лидтина, пробирки с ЭДТА (10 мл). Для выделения ДНК из лейкоцитов использовали набор реагентов «DIAtom^{tm} DNA Prep 200» (IsoGene Lab, Москва). Для проведения полимеразной цепной реакции использовали набор GenePak^{tm} PCR Core (IsoGene Lab, Москва), термоциклер «MyCycler» («BioRad», США), трансиллюминатор «UVT-1» («Биоком», Россия), гель-документирующая система «VITran v.1.0».

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали методы вариационной статистики, а также дисперсионный анализ с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле:

$$p=n/N,$$

где: p – частота генотипа, n– количество особей, имеющих определённый генотип, N – число особей.

Частоту встречаемости аллелей определяли по формуле:

$$P_A=(2nAA+nAB)\div 2N,$$

$$q_B=(2nBB+nAB)\div 2N,$$

где: P_A – частота аллеля А, q_B – частота аллеля В, N – общее число аллелей.

По закону Харди-Вайнберга рассчитывали ожидаемые частоты генотипов в исследуемой популяции.

Статистическая значимость различий между группами оценивалась тестом Тьюки (Post-hoc Tukey's HSD test for unequal N).

Результаты исследований.

На основании семейно-генетического анализа выявлено, что формирование структуры стада основывается на взаимодействии 74 аллелей в системе EAB группы крови. При этом частота встречаемости различных феногрупп варьирует в довольно широком диапазоне – от 0,20 до 18,31 %. В таблице 3 представлена характеристика аллелофонда стада. При этом в выборку включены наиболее распространённые аллели локуса EAB, суммарная частота встречаемости которых достигает 0,689. Таким образом около 70 % поголовья стада являются носителями 14 аллелей (рис. 1).

Таблица 3. **Характеристика аллелофонда герефордского скота по системе EAB группы крови**

№ п/п	Аллель	Количество носителей	Частота встречаемости
1	2	3	4
1	b	93	0,183
2	$Y_2I'Q'$	42	0,083
3	Y_2I'	39	0,077
4	G_3	33	0,065
5	Y_2	24	0,047

Продолжение 3 таблицы

1	2	3	4
6	I'Q'	17	0,033
7	Y_2D'I'Q'	16	0,031
8	Y_2D'I'	14	0,028
9	Y_2I'K'Q'	13	0,026
10	G"	13	0,026
11	I'K'	11	0,022
12	G'	11	0,022
13	Y_2I'K'	10	0,020
14	G_3A_2'G"	10	0,020
Другие	-	158	0,311
Всего	-	504	1,0
Уровень гомозиготности (Ca)			0,0613
Число эффективных аллелей (Na)			16,3022

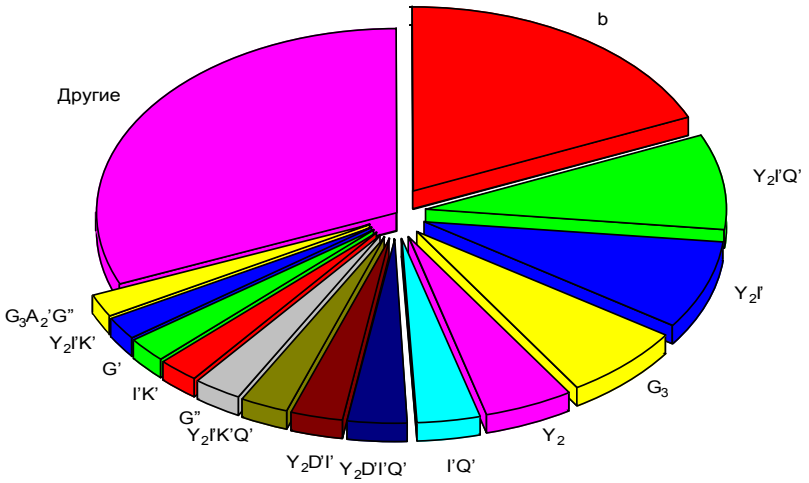

Рис. 1 – Структура стада герефордов в зависимости от частоты встречаемости аллелей в системе EAB

При этом установлен довольно низкий уровень гомозиготности, что свидетельствует о высокой степени гетерогенности популяции. Большую ширину изменчивости стада по EAB системе групп крови подтверждает выявленное количество эффективных аллелей.

Негативная аллель b отличается максимальным распространением в стаде, количество носителей этого генотипа достигает 18,3 % в структуре популяции. Также установлена довольно высокая частота встречаемости аллелей Y_2I'Q' и Y_2I', однако количество носителей их значительно ниже, суммарно составляя 16,0 % поголовья.

В своих исследованиях мы попытались связать изменчивость количественных признаков во взаимосвязи с изменчивостью антигенного спектра в локусе EAB группы крови. Так, ранжирование животных в зависимости от наличия того или иного аллеля в генотипе показало значительные различия по величине живой массы в 8 и 15 мес. и высоты в крестце в 15-месячном возрасте (табл. 4).

Таблица 4. **Фенотип герефордского скота в зависимости от аллеля в системе EAB группы крови**

№ п/п	Аллель	Живая масса		Высота в крестце
		8 мес.	15 мес.	
1	b	216,7±1,47[bc]	343,6±2,59[bd]	122,2±0,50[b]
2	Y_2I'Q'	227,3±2,66[a]	366,8±3,78[ac]	126,7±0,81[a]
3	Y_2I'	225,7±1,67[ab]	352,6±3,58	126,0±0,68[ac]
4	G_3	212,0±2,73[c]	336,4±5,17[d]	122,1±0,66[b]
5	Y_2	221,2±2,27	356,2±4,25	126,6±0,64[ac]
6	I'Q'	218,8±3,53	350,6±4,70	124,9±0,72
7	Y_2D'I'Q'	228,2±2,86	370,9±6,76[ab]	127,1±1,20
8	Y_2D'I'	222,7±3,33	363,6±5,50	126,5±1,11
9	Y_2I'K'Q'	223,9±2,31	354,5±4,69	124,9±1,18
10	G"	215,2±2,87	340,1±5,84	122,2±1,02
11	I'K'	219,4±2,98	351,7±6,51	123,5±1,59
12	G'	215,4±2,37	335,7±6,02[cd]	122,3±1,52
13	Y_2I'K'	224,2±3,50	360,5±6,27	126,9±0,95
14	G_3A_2'G"	214,0±3,72	333,8±5,20[cd]	121,8±0,87
Другие		217,1±1,13[bc]	346,4±1,99[bd]	123,2±0,37[bc]
В среднем		219,2±0,63	349,2±1,13	124,0±0,21

Примечание: значения в столбцах с разными индексами различаются между собой P<0,05

Крупный фенотип тёлок-носителей феногруппы Y_2I'Q' подтверждался достоверным превосходством по весовому росту в 8-месячном возрасте относительно сверстниц с негативным аллелем «b» на 10,6 кг (4,89 %; P<0,05), с генотипом G_3 – на 15,3 кг (7,22 %; P<0,001), а малочисленные генотипы – на 10,2 кг (4,70 %; P<0,05). Также существенные различия по живой массе при отъёме установлены между носителями Y_2I' и G_3, достигающие 13,7 кг (6,46 %; P<0,001).

К 15-месячному возрасту генотип Y_2I'Q' упрочил своё лидерство перечисленных аналогов до 20,4-30,4 кг (5,89-9,04 %; P<0,05-0,001). В свою очередь носители феногруппы Y_2D'I'Q' проявили максимальную продуктивность, что позволило им получить достоверное превосходство относительно сверстниц с аллелями G' на 35,2 кг (10,49 %; P<0,05), G_3A_2'G" – на 37,1 кг (11,11 %; P<0,05), G_3 – 34,5 кг (10,26 %; P<0,01).

Важно отметить, что массивность тёлок с набором антигенов Y_2I'Q', Y_2I' и Y_2 в системе EAB сопровождалась лучшим развитием статей экстерьера. Так, указанные аллели детерминировали достоверное превосходство (P<0,05-0,001) носителей по высоте в крестце относительно сверстниц, в аллелофонде которых обнаружены аллели «b» и G_3.

В целом из наиболее распространённых в стаде феногрупп по живой массе в 8 месяцев выделяются 8 аллелей с превосходящим средний фенотип, в 15 месяцев их количество увеличилось до 9 единиц.

Таким образом, тёлки-носители отдельных аллелей в системе EAB группы крови различаются как по живой массе, так и по линейным промерам, в некоторых случаях разница между генотипами достигает достоверных значений. В связи с этим нами рассчитана сила влияния аллельной принадлежности на выраженность количественных признаков у поголовья (рис. 2).

Анализ полученных данных свидетельствует, что фактор аллельная группа имеет достоверное влияние (P<0,001) на вариабельность живой массы на разных этапах развития и высоту в крестце. При этом сила детерминации организованного фактора на весовой рост увеличивается на 3,41 %, достигая к возрасту 15 месяцев уровня в 14,7 %. Однако максимальное воздействие аллелофонда герефордского скота отмечается при формировании экстерьера животных – 16,86 %.

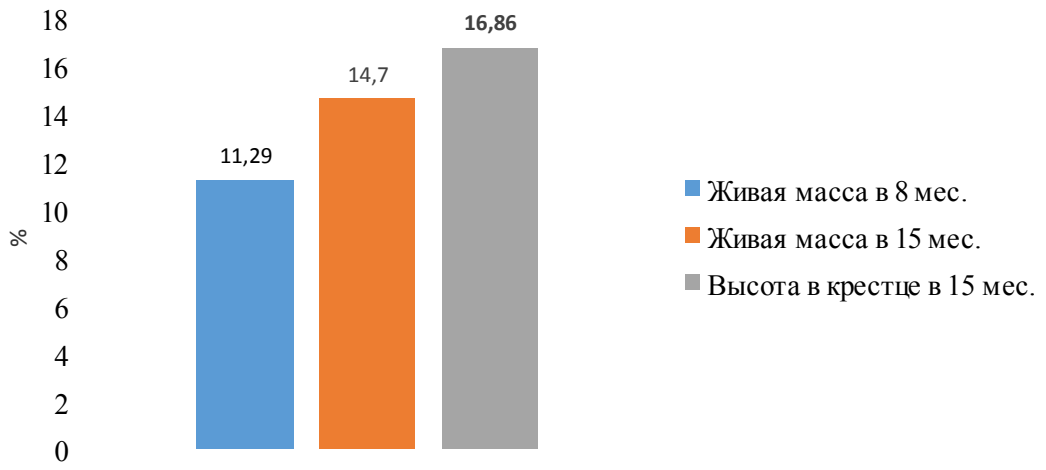

Рис. 2 – Влияние аллельной принадлежности на весовой и линейный рост тёлок, %

Следует отметить, что антигенные факторы крови не являются источником генетической информации при формировании фенотипа животных. Статистическая взаимосвязь между аллельной принадлежностью и уровнем продуктивности реализуется посредством наследственности быков-носителей различных аллелей групп крови, которые передают потомству генетический потенциал роста и развития наравне с определённым набором эритроцитарных антигенов. Таким образом, ассоциация полиморфных систем групп крови с количественными признаками у герефордского скота не имеет прямой связи. Более точную идентификацию генетического потенциала продуктивности животных способны дать ДНК-маркеры. Так, дифференцирующий фактор роста (GDF 5) играет решающую роль в морфогенезе костей, связок и сухожилий, что в конечном счёте определяет тип телосложения, крепость конституции и экстерьер.

Характеристика генетической изменчивости локуса гена GDF5 свидетельствует о преобладании животных с генотипом CC в изучаемой популяции (табл. 5). Встречаемость гомозиготного варианта TT составляла только 0,045, а гетерозиготный генотип выявлен лишь у 2,3 % животных. Такое распределение генотипов было связано с довольно большой разницей в концентрации C и T аллелей – 0,943 и 0,057 соответственно.

Таблица 5. **Полиморфизм гена GDF 5 у герефордского скота**

Генотип	Количество носителей	Частота генотипа		Оценка избытка гетерозигот (D)	Эффективное число аллелей (N_e)	Частота аллелей	χ^2
		наблюдаемая	ожидаемая				
GDF 5 (n=44)							
CC	41	0,932±0,038	0,890	-0,788	1,120	C=0,943±0,030 T=0,057±0,030	0,621
CT	1	0,023±0,023	0,107				
TT	2	0,045±0,031	0,003				

Степень генетического разнообразия в популяции мясного скота определяет эффективность направленной селекции по маркерам мясной продуктивности, путём подбора и отбора формируя стада с высокой племенной ценностью. При этом наблюдаемая гетерозиготность исследуемого стада герефордского скота по гену GDF 5 находилась на минимальном уровне, составляла 0,023, в то время как ожидаемая гетерогенность достигала 0,107. Следует отметить сильный дефицит гете-

розигот по изучаемому генетическому маркеру. Анализ полученных данных показал, что с уменьшением гетерозиготности отмечается уменьшение числа эффективных аллелей. В результате снижается генетическое разнообразие популяции. В наших исследованиях число эффективных аллелей в гене GDF5 составляло 1,120 ед.

Обсуждение полученных результатов.

Длительный период совершенствования отечественных герефордов с использованием импортной племенной продукции способствовал накоплению генетического потенциала продуктивности в стадах. При этом интенсивность этого процесса обеспечила широкий диапазон изменчивости количественных признаков у мясного скота [12-13]. Вместе с этим совмещение нескольких изолированных популяций животных создаёт уникальную генетическую структуру, мониторинг которой на разных этапах реализации программы совершенствования породы поможет оценить масштабы происходящих преобразований [14-15]. Одним из наиболее доступных методов контроля генетической изменчивости стада является иммуногенетическое тестирование поголовья, позволяющее изучить частоту встречаемости антигенных факторов крови и образуемых ими аллелей [16]. Результаты наших исследований позволили установить 14 наиболее распространённых аллелей в EAB-локусе группы крови, которые объединяют 68,9 % охваченного поголовья герефордов. Следует отметить, что носители 9 феногрупп (36,9 % молодняка) превосходят средний показатель стада по продуктивности в 15-месячном возрасте. При этом дисперсионным анализом установлена сила влияния аллельной принадлежности на живую массу в 8 месяцев (11,29 %) и в 15 месяцев (14,7 %), а также высоту в крестце (16,86 %), которая достоверно ($P<0,001$) определяет изменчивость количественных признаков у молодняка. Однако полученная в ходе наших исследований закономерность вызвана интенсивным использованием препотентных быков-носителей отдельных антигенных феногрупп в крови. Это подтверждается экспериментами на молочном скоте при ранжировании молочной продуктивности в зависимости от аллельной принадлежности коров-первотёлок [17]. В частности отмечается, что использование быков американской и немецкой селекций способствовало изменению аллелофонда в уральской популяции молочного скота, но рост продуктивности обеспечивается генетическим потенциалом отцов. Кроме того, выбор родоначальника и продолжительность его использования сильно влияют на генетическую структуру популяции. Так, при создании нового внутрипородного типа герефордского скота в Ставрополье изучена частота встречаемости аллелей в системе EAB группы крови у коров и тёлок [18]. Было установлено, что частота наиболее распространённых эритроцитарных феногрупп у тёлок увеличивается в среднем на 2,43-2,51 % по сравнению со взрослым маточным стадом, а влияние аллельной принадлежности на весовой рост тёлок достигало 30,27 %.

Высокая полиморфность систем групп крови у крупного рогатого скота обеспечивает точность при оценке достоверности происхождения животных, но мало пригодно при маркировании продуктивных качеств скота. В настоящее время в практику селекционно-племенной работы стала внедряться селекция, основанная на ДНК-маркерах продуктивности мясного скота [19]. Одним из таких наследственных факторов является ген дифференцирующего фактора роста (GDF 5), играющий главную роль в морфогенезе костей, связок и сухожилий [20-23]. Его сильное влияние на формирование размера скелета и типа телосложения отмечается многочисленными исследованиями, установившими довольно широкий диапазон изменчивости гетерозиготности (0,046-0,499) по гену GDF5 в разрезе пород мясного скота [24]. В нашей работе гетерогенность отечественной популяции герефордов составляла 0,023, в то время как ожидаемая гетерозиготность равнялась 0,107 ед.

Выводы.

Интенсивное использование герефордских быков-производителей канадского происхождения способствовало изменению генетической структуры отечественной популяции. При оценке аллелофонда стада выявлены 74 феногруппы в системе EAB группы крови, из которых 14 аллелей отличаются наибольшей частотой встречаемости (0,020-0,183). Установлено достоверное влияние

(P<0,001) аллельной принадлежности на весовой и линейный рост животных (11,29-16,86 %). Изучение частоты встречаемости желательного генотипа (TT) по гену-маркеру GDF 5 показало его невысокое распространение в популяции отечественных герефордов.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0009)

Литература

1. Феклин И.Е., Мирошников С.А., Мазуровский Л.З. Отечественная племенная база скота герефордской породы и перспективы её развития // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64(4). С. 13-20.

2. Мясной скот Ставрополья / В.В. Семёнов, С.А. Христенко, П.Т. Букреев, М.П. Дубовскова // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64(4). С. 43-48.

3. Дмитриевский – новый тип герефордов Ставрополья / М.И. Селионова, М.П. Дубовскова, С.А. Христенко, Л.Г. Душка, Д.П. Яровой // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 3. С. 14-16.

4. Дубовскова М.П. Продуктивные качества герефордов разных генотипов // Вестник Курганской ГСХА. 2015. № 1(13). С. 47-49.

5. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Племенные ресурсы герефордского скота // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 21-26.

6. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Совершенствование приёмов и методов селекции быков герефордской породы // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2007. № 4. С. 86-88.

7. Генетическая характеристика основных мясных пород крупного рогатого скота / К.М. Джуламанов, Ш.А. Макаев, М.П. Дубовскова, Л.Г. Сурундаева // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 6. С. 70-72.

8. Молекулярно-генетические маркеры в селекционной работе с разными видами сельскохозяйственных животных / М.И. Селионова, Е.А. Гладырь, Т.И. Антоненко, С.С. Бурылова // Вестник АПК Ставрополья. 2012. № 2(6). С. 30-35.

9. Использование метода ПЦР для генотипирования крупного рогатого скота по гену CAPN 1 с использованием генетических маркеров / Д.Б. Косян, Е.А. Русакова, О.В. Кван, Л.Г. Сурундаева, Л.А. Маевская // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6(142). С. 26-30.

10. Сороковой П.Ф. Методические рекомендации по использованию групп крови в селекции крупного рогатого скота. Дубровицы: ВИЖ, 1972. 40 с.

11. Molecular characterization, polymorphism of growth differentiation factor 5 gene and association with ultrasound measurement traits in native Chinese cattle breeds / Y.F. Liu, Y. Jiao, L.S. Zan, Y.P. Xin, L.Q. Li, W.Q. Tian // African Journal of Biotechnology. 2010. Vol. 9(33). P. 5269-5273.

12. Хакимов И.Н., Григорьев В.С., Мударисов Р.М. Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы мясного скота методом интербридинга // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 44-50.

13. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М. Совершенствование продуктивных и племенных качеств коров герефордской породы в Самарской области // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 1(29). С. 56-58.

14. Сурундаева Л.Г., Маевская Л.А. Оценка разнообразия генофонда крупного рогатого скота мясных пород и типов // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 3(81). С. 28-34.

15. Молекулярно-генетический анализ популяционной структуры генофондных пород крупного рогатого скота / В.П. Терлецкий, В.И. Тыщенко, Л.Г. Сурундаева, Н.П. Адаев, Р.Х. Гайрабеков, Е.С. Усенбеков // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 6. С. 5-7.

16. Селионова М.И., Чижова Л.Н., Дубовскова М.П. Группы крови в селекции мясного скота // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 14-17.

17. Гридина С.Л., Ткаченко И.В., Гридин В.Ф. Аллели групп крови и их взаимосвязи с молочной продуктивностью коров // Аграрный вестник Урала. 2015. № 6(136). С. 44-46.

18. Подбор родительских пар герефордов с учётом антигенного спектра и ДНК-маркеров // М.П. Дубовскова, М.И. Селионова, Л.Н. Чижова, В.И. Колпаков // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 46-53.

19. Особенности полиморфизма генов гормона роста (GH), кальпаина (CAPN 1) быков-производителей мясных пород / М.И. Селионова, Л.Н. Чижова, М.П. Дубовскова, Е.С. Суржикова, Л.В. Кононова, Г.Н. Шарко // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 65-72.

20. GDF-5 deficiency in mice delays Achilles tendon healing / A. Chabra, D. Tsou, R.T. Clark, V. Gaschen, E.B. Hunziker, B. Mikic // Journal of Orthoptera Research. 2003. 21. P. 826-835.

21. Coleman C.M., Tuan R.S. Growth/differentiation factor 5 enhances chondrocyte maturation // Developmental Dynamics. 2003. 228. P. 208-216.

22. Effects of growth/differentiation factor-5 on human periodontal ligament cells / T. Nakamura, M. Yamamoto, M. Tamura, Y. Izumi // Journal of Periodontal Research. 2003. 38. P. 597-605.

23. Upregulation of ID protein by growth and differentiation factor 5 (GDF5) through a smad-dependent and MAPK-independent pathway in HUVSMC / X. Chen, A. Zankl, F. Niroomand, Z. Liu, H.A. Katus, L. Jahn, C. Tiefenbacher // Journal of Molecular of Cellular Cardiology. 2006. 41. P. 26-33.

24. A novel polymorphism of GDF5 gene and its association with body measurement traits in Bos taurus and Bos indicus breeds / Y.F. Liu, L.S. Zan, K. Li, S.P. Zhao, Y.P. Xin, Q. Lin, W.Q. Tian, Z.W. Wang // Molecular Biology Reports. 2010. 37. P. 429-434.

Дубовскова Марина Павловна, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.:8-922-62-16-178, e-mail: dubovskova.m@mail.ru

Селионова Марина Ивановна, доктор биологических наук, профессор РАН, директор Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства-филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 355017, г. Ставрополь, переулок Зоотехнический, 15, тел.: (8652)37-10-39, e-mail: priemnaya@vniiok.ru

Чижова Людмила Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией иммуногенетики и ДНК-технологий Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства-филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 355017, г. Ставрополь, переулок Зоотехнический, 15, тел.: (8652)71-72-18

Герасимов Николай Павлович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-41, e-mail: nick.gerasimov@rambler.ru

Ворожейкин Александр Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Колпаков Владимир Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Джуламанов Ержан Брэлевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории селекции мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Поступила в редакцию 23 августа 2018 года

UDC 636.082.11:591.11

Dubovskova Marina Pavlovna[1], Selionova Marina Ivanovna[2], Chizhova Lyudmila Nicolaevna[2], Gerasimov Nikolay Pavlovich[1], Vorozheikin Alexander Mikhailovich[1], Kolpakov Vladimir Ivanovich[1], Dzhulamanov Erzhan Brelevich[1]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: vniims.or@mail.ru

[2] *All-Russian Scientific Research Institute of Sheep and Goat Production – a branch of the North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center,* e-mail: priemnaya@vniiok.ru

Genetic characteristics of Hereford livestock by blood groups and by DNA marker GDF 5 in domestic population

Summary. Analysis of genetic diversity of domestic Hereford cattle population using erythrocyte antigenic factors and DNA markers will provide an objective control over selection process and determine its further direction. The purpose of the study is to characterize the allele pool according to EAB blood group system and to identify connection with productivity, as well as to study the polymorphism of the marker gene GDF 5 in Herford herd. To conduct research on blood groups in the herd of PJSC «Poultry Farm «Chelyabinskaya», whole blood was taken from yurk vein of 254 head of the breeding stock. It was found that intensive use of Canadian Hereford bulls contributed to a change in genetic structure of domestic population. Diagnosis of herd allele pool allowed to reveal 74 phenogroups in EAB blood group system where 14 alleles were characterized by maximum frequency of occurrence (2.0-18.3 %). Live weight of 15-month old heifers with the Y_2I'Q'genotype outperformed the peers by 20.4-30.4 kg (5.89-9.04 %). Carriers of Y_2D'I'Q' phenotype showed maximum productivity which provide them significant advantage relative to analogues with G' alleles by 35.2 kg (10.49 %), G_3A_2'G" – by 37.1 kg (11.11 %), G_3 – by 34.5 kg (10.26 %). There was established a significant effect ($P<0.001$) of heifers allele identification to weight and linear growth of animals (11.29-16.86 %). Maximum determination by genotype is revealed in variability of the height at hips. Research of occurrence frequency of the desired genotype (TT) by marker gene GDF 5 revealed its low distribution in the population of domestic Hereford.

Key words: cattle, Hereford, allele pool, blood group, allele, productivity, DNA marker, live weight, height at hips.

УДК 636.082

Характеристика волосяного покрова симментальских бычков различных генетических сочетаний

М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, С.С. Польских, В.М. Габидулин
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В статье представлен материал по изучению волосяного покрова бычков различных генетических сочетаний в зависимости от летнего и зимнего сезонов года. Целью исследования являлось определение характера изменения развития волос у бычков, процентного отношения остевых, переходных и пуховых волосяных волокон, а также их массы (мг), длины (мм) и густоты (шт.), взятых у бычков путём выстрига с площади 1 см^2 в области середины правого 10 ребра, зимой – в феврале и летом – в августе. Для проведения опыта были сформированы группы бычков из различных генетических сочетаний отечественного, немецкого, американского симменталов. Опытные бычки выращивались по технологии мясного скотоводства, в одинаковых условиях кормления и содержания. Результаты опыта свидетельствуют о том, что показатели массы, длины и густоты волос с 1 см^2 кожи в зимнее время были выше в сравнении с летним периодом. Анализ структурных изменений волосяного покрова в процентном отношении показал, что в зимнее время у животных преобладало содержание пуховых (52,7-24,0 %) и переходных (24,0-24,7 %) волокон, наибольшее количество пуха было у отечественных симменталов, а наименьшее – у животных с 75 % долей крови немецких симменталов. В летнее время у животных всех групп соотношение типов волосяных волокон изменилось, при этом доля остевых находилась в пределах 44,4-45,1 %, пуховых волокон было 17,0-17,3 %, переходного волоса – 37,9-38,5 %.

Таким образом, результаты исследования показали, что волосяной покров бычков всех опытных групп развит достаточно хорошо. При этом животные желательного типа в зимнее время обрастали густым и длинным волосом так же, как их аналоги из других групп, что свидетельствует о высокой адаптационной пластичности организма опытного поголовья к воздействию неблагоприятных условий окружающей среды.

Ключевые слова. бычки, симментал, генетические сочетания, адаптация организма, волосяной покров, длина волоса, густота волоса.

Введение.

Говоря о наличии шёрстного покрова у крупного рогатого скота как о производном кожи, необходимо отметить его важнейшую роль в регуляции теплообмена животных в условиях токсичного воздействия окружающей среды на организм, качество шёрстного покрова является приспособительным качеством организма к воздействию температурного режима, изменяющегося в зависимости от погодных условий. В условиях испытания новых генотипов в подотрасли мясного скотоводства изучение качественных показателей шёрстного покрова представляет собой несомненную актуальность, прямо влияющую на адаптационные и акклиматизационные качества новых сочетаний и этим составляет новизну исследований.

Состав шёрстного покрова крупного рогатого скота представлен остью – длинным жёстким волосом, переходными и пуховыми волокнами, которые по длине короче ости и более мягкие, они образуют воздушный слой, предохраняющий организм от перепадов температур [1, 2]. В зависимости от времени года соотношение ости, пуха и переходного волоса изменяется. Так, в зимний период у животных преобладает содержание пуховых волокон, предохраняющих их от воздействия низких температур, в летний период кожный покров преимущественно покрыт остью и переходным волосом, в то время как пуха становится намного меньше, это способствует лучшему охлаждению организма при повышении температуры [3-6].

Цель исследования.

Изучить качественные и структурные изменения волосяного покрова симментальских бычков мясного направления продуктивности различного генетического происхождения, меняющегося под действием температурного режима в зависимости от времени года.

Материалы и методы исследования.

Объект исследований. Бычки симментальской породы мясного типа, отличающиеся по генотипу.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Научно-хозяйственный опыт по изучению изменения качества и структуры шёрстного покрова симментальских бычков разных генотипов был проведён в условиях хозяйства ООО «Совхоз Брединский» Челябинской области. Бычки участвовали в создании нового мясного типа, а в последующем – новой породы.

Из полученного приплода были сформированы 5 групп бычков по 15 голов в каждой. В I группе – отечественные симментальские животные, во II – животные с долями крови ½НС×½ОС; в III – ¾НС×¼ОС; в IV – ¼НС×¾ОС; в V группе – ¼НС×¼АС×½ОС (ОС – отечественный симментал, НС – немецкий симментал, АС – американский симментал). Опытные бычки выращивались по технологии мясного скотоводства, в течение всего периода проведения опыта им были созданы одинаковые условия кормления и содержания.

До отъёма телята находились на подсосе под матерями на глубокой несменяемой подстилке в лёгких помещениях с выгульно-кормовыми дворами, в летний период – на естественных пастбищах без подкормки. Рационы кормления составлялись, исходя из наличия кормов и планируемой живой массы бычков. После отъёма животные были переведены на нагул в осенний период до постановки на стационарное содержание с последующим откормом.

Взятие биологического материала (волоса) и изучение его показателей осуществлялось по методической рекомендации [7]. Для этого зимой в феврале и летом в августе у животных из каждой группы отбирались волосы путём выстрига с площади 1 см^2 в области середины правого 10 ребра.

Оборудование и технические средства. Образцы волос, взятые у животных, промывались в эфире, после этого они были перенесены на фильтр, предварительно высушенный до постоянного веса. Волосы с фильтром вначале высушивались при комнатной температуре под вытяжкой, а затем в сушильном шкафу при температуре +60…+70 °С до постоянной массы. Масса волос высчитывалась по формуле:

$X = m_2 - m_1$, где m_2 – масса волос с фильтром; m_1 – масса фильтра.

Густота волос рассчитывалась путём определения фактического количества их в образце. Длина волос была измерена при помощи миллиметровой бумаги, по 100 волосков подряд с каждого образца.

Статистическая обработка. Материал, полученный в ходе исследования, обрабатывали методом вариационной статистики на персональном компьютере с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft» США).

Результаты исследования.

В таблице 1 представлены значения массы, длины и количества волос животных, задействованных в опыте. Как показывают данные таблицы, масса волос молодняка более высокой была в зимний период, по группам превосходство в сравнении с летним составило от 71,5 до 73,4 мг (в 4,1-4,2 раза).

Таблица 1. **Показатели волосяного покрова бычков в летний и зимний периоды с 1 см^2 площади кожи (X±Sx)**

Группа	Показатель		
	масса, мг	длина, мм	густота, шт
Зима			
I	93,8±0,15	38,9±1,74	1908±12,0
II	96,6±0,46	37,9±0,88	1820±18,0
III	97,1±0,32	37,4±0,91	1795±17,2
IV	96,0±0,30	38,7±1,24	1888±21,7
V	95,2±0,21	38,5±1,50	1879±16,5
Лето			
I	22,3±0,15	14,2±0,31	1142±17,5
II	23,4±0,32	14,1±0,24	1102±21,5
III	23,7±0,21	13,9±0,29	1088±19,4
IV	22,8±0,28	14,0±0,30	1116±22,2
V	23,0±0,34	14,0±0,31	1124±20,0

Показатели длины и густоты волосяных волокон в зимнее время также были выше чем летом на 23,5-24,7 мм (в 2,7-2,8 раза) и на 707-772 штук (на 33-35 %) соответственно. Вместе с тем наибольшие значения длины и густоты волос зимой выявлены у бычков I, IV, V опытных групп, в генотипе которых присутствовала большая доля крови симменталов отечественной селекции, что указывает на лучшую их адаптацию к холодам по сравнению со сверстниками других групп. В то же время животные III группы, обладая наибольшей долей крови немецких симменталов в своём генотипе, по массе образцов, взятых с единицы площади, имели наибольшие показатели как в зимний, так и в летний периоды, причём средняя длина волокон у них была несколько меньше, чем у аналогов из других групп. В результате по густоте (количеству волос с 1 см^2 площади) бычки, обладающие 75 % крови немецких симменталов, имели более низкий результат по сравнению с бычками других групп. Аналоги из I группы по анализируемым показателям были в большинстве случаев антагонистами животных III группы, что очевидно, имея ввиду их местное происхождение. Однако различия между группами опытных животных имели небольшую разницу и были недостоверными. Как было отмечено выше, смена времени года и температуры окружающей среды вызывают у животных изменение состава типов волокон волосяного покрова как в абсолютном, так и в процентном отношении (табл. 2). Так, из таблицы видно, что зимой у опытных бычков образуется больше пуховых волокон 52,7-54,5 %, в то время как ость составляет от 21,0 до 23,2 %, при этом наибольшее количество пуха было у отечественных симменталов, а наименьшее – у животных с 75 % долей крови немецких симменталов.

Таблица 2. **Структура волосяного покрова подопытных бычков в зависимости от сезона года, %**

Группа	Показатель		
	ость	переходный	пух
Зима			
I	21,0±0,31	24,5±0,23	54,5±0,71
II	22,8±0,37	24,0±0,18	53,2±0,54
III	23,2±0,30	24,1±0,28	52,7±0,67
IV	22,2±0,43	24,7±0,43	53,1±0,49
V	21,6±0,24	24,6±0,09	53,8±0,45
Лето			
I	44,4±0,33	38,5±0,17	17,1±0,51
II	44,7±0,49	38,0±0,43	17,3±0,67
III	45,1±0,40	37,9±0,54	17,0±0,72
IV	44,8±0,51	38, ±0,48	17,0±0,61
V	44,6±0,38	38,3±0,29	17,1±0,48

В летнее время доля пуха у опытных бычков уменьшилась на 35,7-37,4 % (в 3,10-3,15 раза), при этом доля остевых волокон увеличилась на 21,9-23,4 % (в 2 раза), переходного волоса также стало больше на 13,5-14,0 % (в 1,55-1,58 раза).

Обсуждение полученных результатов.

Результаты, полученные в данном опыте, относятся к животным симментальской породы мясного типа разных генетических популяций, представляющих интерес как элементы возможного селекционного достижения в будущем. Полученные при этом показатели волосяного покрова изучаемого скота в зависимости от сезона сбора биоматериала имеют общую закономерность, характерную для крупного рогатого скота, но с определёнными особенностями, заключающимися в размерах абсолютных показателей. Состояние волосяного покрова животных по сезонам года, высокая пластичность изменений в наибольшей степени характеризуют адаптивные качества скота. Наши исследования в целом согласуются с данными большого числа учёных, занимающихся изучением адаптивных качеств скота, в том числе и селекционерами, работающими в направлении преобразования комбинированных симменталов в мясной скот [8-12]. В нашем эксперименте показатели массы, длины и густоты волосяных волокон животных разных генотипов симменталов, в том числе и желательного варианта, в зимнее время были выше чем летом на 71,5-73,4 мг (в 4,1-4,2 раза), на 23,5-24,7 мм (или в 2,7-2,8 раза) и на 707-772 штук (или на 33-35 %) соответственно, и каких-либо значимых различий между животными разных групп не обнаружено, что предполагает использование полученных генотипов в преобразовании стада без значимых адаптационных издержек.

Выводы.

Таким образом, результаты исследований показали, что покров бычков всех опытных групп развит достаточно хорошо. Это свидетельствует о том, что животные, имеющие кровь импортных симменталов, в том числе и молодняк V группы, выявленный как «желательный тип», участвовавший в создании новой породы, не уступают по адаптационным качествам отечественным симментальским сверстникам, что позволяет использовать полученные генотипы в последующем селекционном процессе.

Литература

1. Научные и практические основы создания помесных стад в мясном скотоводстве при использовании симменталов и казахского белоголового скота / В.И. Косилов, Н.И. Макаров, В.В. Косилов, А.А. Салихов. Бугуруслан, 2005. 236 с.

2. Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д. Оценка бычков по собственной продуктивности // Резервы увеличения производства и повышения качества сельскохозяйственной продукции: материалы XI межреспубл. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов. Оренбург, 1992. С. 12.

3. Польских С.С. Химический состав и энергетическая ценность мяса симментальских бычков брединского мясного типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 105-107.

4. Тюлебаев С.Д. Хозяйственно-полезные признаки симментальского, герефордского скота и помесей симменталов с мясными породами: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 1994. 42 с.

5. Габидулин В.М., Алимова С.А., Тарасов М.В. Продуктивные и адаптационные качества мясного скота русской комолой породы скота в зоне Западной Сибири // Разработка и освоение инноваций в животноводстве: Материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2013. С. 19-23.

6. Макаев Ш.А., Жамбулов М.С. Изменение линейных промеров и особенности экстерьера тёлок казахского белоголового скота // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(2). С. 30-37.

7. Кульчумова Г. И., Заднепрянский И. П. Методические рекомендации по изучению кожного покрова и качества кожевенного сырья крупного рогатого скота. Оренбург, 1988. 32 с.

8. Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д. Создание внутрипородного типа // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 6. С. 21-24.

9. Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Польских С.С. Племенная ценность быков-производителей симментальской породы мясного типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 2(34). С. 134-136.

10. Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Литовченко В.Г. Динамика живой массы и возраст маток разных генотипов в период становления и реализации репродуктивной функции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38). С. 96-98.

11. Тюлебаев С.Д., Даминев В.Р., Литовченко В.Г., Динамика показателей волосяного покрова бычков в зависимости от сезона года // Пути увеличения производства и повышения качества животноводческой продукции: материалы межрегион. науч.-практ. конф. учёных и специалистов. Оренбург, 2001. С. 128-129.

12. Нурписов И.Б., Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д. Качество кожевенного сырья // Пути увеличения производства и повышения качества животноводческой продукции: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Оренбург, 2003. С. 148.

Кадышева Марват Дусангалиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-74, e-mail: vniims.or@mail.ru

Тюлебаев Саясат Джакслыкович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-74, e-mail: vniims.or@mail.ru

Польских Сергей Сергеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-74, e-mail: vniims.or@mail.ru

Габидулин Вячеслав Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-74, e-mail: vniims.or@mail.ru

Поступила в редакцию 5 сентября 2018 года

UDC 636.082

Kadysheva Marwat Dusangalievna, Tylebaev Sayasat Zhaksylykovich, Polskih Sergey Sergeevich, Gabidulin Vyacheslav Mikhaylovich

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: vniims.or@mail.ru

Hair characteristics of Simmental bull with various genetic combinations

Summary. The article presents material on the study of hair of bulls with various genetic combinations depending on summer and winter seasons of the year. The purpose of this study was to determine the nature of hair growth in bulls, percentage ratio of guard, transitional and down hair fibers, as well as their weight (mg), length (mm) and density (pcs.), taken from bulls by cutting from an area of 1 cm^2 in the middle of the right 10th rib, in winter – in February and in summer – in August. For the experiment, groups of bulls with various genetic combinations of domestic, German, American Simmentals were formed. Test bulls were reared according to beef cattle breeding technology under the same conditions of feeding and housing. Test results evidence that weight, length and density characteristics of hair from 1 cm^2 of skin in winter were higher in comparison with the summer period. Analysis of structural changes of hair in per-

centage showed that in winter animals had more down (52.7-24.0 %) and transitional (24.0-24.7 %) fibers, the greatest number of down hair was in domestic Simmentals, and the lowest – in animals with 75 % of German Simmentals blood share. In summer, the ratio of hair fibers types changed in animals of all groups and the proportion of guard hair was within 44.4-45.1 %, down hair – within 17,0-17.3 %, transition hair – within 37.9-38.5 %.

Thus, the study results showed that hair of all experimental groups bulls are well developed. At the same time animals of the desired type in winter were covered with thick and long hair in the same way as their analogues from other groups which indicates a high adaptive flexibility of experimental livestock organism to the influence of unfavorable environmental conditions.

Key words. bulls, Simmental, genetic combinations, organism adaptation, hair, hair length, hair density.

УДК 591.1:591.11

Физиологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы при воздействии транспортного стресса

М.А. Кизаев[1], Е.А. Ажмулдинов[1], М.Г. Титов[1], Н.В. Соболева[2]

[1] *ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»*

[2] *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»*

Аннотация. Механизмы, за счёт которых происходят функциональные нарушения по причине стресса, остаются неясными, хотя признано, что одним из основных факторов, влияющих на здоровье в результате стресса, является вовлечение нейроэндокринной системы. Транспортировка вызывает напряжение физиологических показателей, что приводит к повышению температуры тела, пульса и частоты дыхания и в свою очередь вызывает изменения состава крови, электролитов, гормонов, метаболитов и ферментов и может представлять потенциальные риски не только для благосостояния животных, но и для качества мяса.

Исследование проводилось на 30 бычках чёрно-пёстрой породы, разделённых на две группы: I группа – бычки в возрасте 8 месяцев были перевезены на ферму для откорма (расстояние составило 50 км), II группа – бычки, находящиеся после отъёма на ферме по откорму. Откорм производился по интенсивной технологии, сенажно-концентратном типе кормления.

При транспортировке температура тела повышалась на 0,8 °С (Р<0,01), частота пульса и дыхания – соответственно на 26,3 (Р<0,05) и 25,7 % (Р<0,05). Также число лейкоцитов было выше на 8,5 % (Р<0,05) по сравнению с ровесниками из II группы; нейтрофилов – на 28 %, эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов – на 4,1 %; 1,2; 18,6 %. Также происходило увеличение общего белка, щелочной фосфатазы и креатинина у крупного рогатого скота после транспортировки на 7,2 %; 13,0 и 11,7 %.

Таким образом, изменение широкого спектра физиологических показателей является следствием неспецифической стрессовой реакции на процесс транспортировки и окружающую среду.

Ключевые слова: бычки, транспортировка, стресс, температура, пульс, частота дыхания, кровь, эритроциты, лейкоциты.

Введение.

Стресс является важным фактором в животноводстве, поскольку напрямую связан с ростом, воспроизводством, качеством мяса, благосостоянием животных и восприимчивостью к болезням [1-4].

Животные обычно реагируют на стрессоры поведенческими, эндокринными, нервными, иммунными, гематологическими и метаболическими изменениями, которые предназначены для восстановления гомеостаза. Транспортный стресс является одним из сильных и тяжёлых. Он включает в себя большое количество факторов, влияющих на организм животного: климатические (температура, влажность, газы и т. д.), методы и средства обработки, перевозка без пищи и воды и т. д. У животного при перевозке повышается температура тела, учащается пульс и повышается сердцебиение [5, 6], потери в живой массе варьируются от 3 до 12 % в зависимости от продолжительности и условий поездки [7]. Учитывая иммунный ответ, транспортный стресс приводит к увеличению числа полных лейкоцитов, нейтрофилов, эозинофилов и мононуклеарных клеток при снижении количества лимфоцитов.

Цель исследования.

Изучение влияния транспортного стресса на изменения физиологических показателей у молодняка крупного рогатого скота чёрно-пёстрой породы.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки чёрно-пёстрой породы 8-месячного возраста средней живой массой 215,7±2,40 кг.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Опытная часть проводилась на базе ОАО Агрофирма «Нур» Стерлибашевского района Республики Башкортостан. Для исследования по методу пар-аналогов были подобраны 30 бычков чёрно-пёстрой породы в возрасте 8 месяцев, которых разделили на две группы: I группа – телята были перевезены в летний период на ферму для интенсивного (сенажно-сенного) откорма (расстояние составило 50 км), II группа – молодняк, находящийся на ферме по откорму. Животные содержались в клетках по 15 голов, поение – из автопоилок, ручная раздача корма, навозоудаление – скребковым транспортёром.

Оборудование и технические средства. Морфологические и биохимические показатели крови определяли в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) с использованием автоматического гематологического анализатора для ветеринарии BC-2900 Vet («Mindray», Китайская Республика) и биохимического анализатора Stat Fax 1904+ («Awareness Technology», США), температуру тела животного определяли при помощи электронного градусника.

Статистическая обработка. Основной материал, полученный в исследованиях, обработан с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США), достоверность определяли при помощи критерия Стьюдента.

Результаты исследования.

Клинические показатели являются основными для изучения физиологического состояния молодняка крупного рогатого скота в период стресса. Сравнительные данные клинических показателей телят 8-месячного возраста, находившихся на откормочной ферме и подвергшихся транспортному стрессу, представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Клинические показатели животных**

Группа	Температура тела, ºС	Частота пульса в минуту	Частота дыхания в минуту
Бычки после транспортировки с отделения			
I	39,0±2,01	78,7±1,47	37,7±2,08
Бычки, находившиеся на ферме			
II	38,2±2,56	62,3±2,00	30,0±2,18

До транспортировки клинические показатели у подопытных животных практически не отличались и составляли в среднем: температура тела – 38,7 ºС, частота пульса – 62,6 сердечных сокращений в минуту, частота дыхания – 30,1 дыхательных движений в минуту.

У молодняка, подвергнутого транспортировке, по сравнению с ровесниками, находящимися в условиях физиологического покоя, температура тела повышалась на 0,8 ºС (P<0,01), частота пульса и дыхания – соответственно на 26,3 (P<0,05) и 25,7 % (P<0,05). Повышенная частота дыхания у молодняка после перевозки предполагает, что животных не адаптировали для транспортировки, и они, вероятно, страдали от физиологического стресса [8, 9].

Данный стресс-фактор оказал влияние на общее количество лейкоцитов, нейтрофилов и лимфоцитов, эозинофилов и моноцитов, соотношение нейтрофилов к лимфоцитам у транспортируемых бычков (табл. 2).

После воздействия транспортного стресса на телят 8-месячного возраста I группы число лейкоцитов было выше на 8,5 % (P<0,05) по сравнению с ровесниками II группы; нейтрофилов – на 28 %. Количество эозинофилов находилось практически на одинаковом уровне.

Таблица 2. **Влияние стресса на показатели крови молодняка крупного рогатого скота**

Показатель	Группа	
	I	II
Лейкоциты, 10^9к/л	10,2±0,22	9,4±0,22
Лимфоциты, 10^9к/л	6,8±0,23	6,9±0,21
Моноциты, 10^3к/мкл	0,41±0,03	0,40±0,04
Нейтрофилы, 10^3к/мкл	3,2±0,40	2,5±0,41
Эозинофилы, 10^3к/мкл	0,13±0,03	0,12±0,02

Соотношение между нейтрофилами и лимфоцитами было увеличено после транспортировки (с 0,4:1 до 0,5:1) в настоящем исследовании, что аналогично выводам, опубликованным Штокманом и другими [10].

Изучение гематологических показателей крови показало, что при транспортировке молодняка крупного рогатого скота на расстояние 50 км происходят изменения, характерные для стрессового состояния, то есть увеличение форменных элементов и метаболитов.

Транспортный стресс явно вызывал острый ответ у телят за счёт повышения концентрации эритроцитов и гемоглобина в крови (табл. 3).

Таблица 3. **Влияние транспортного стресса на гематологические показатели крови**

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, 10^{12}к/л	10,2±2,18	9,8±2,01
Гемоглобин, г/л	124,3±1,70	119,4±2,60
Гематокрит, %	31,9±2,28	30,4±2,14
Тромбоциты, 10^3к/мкл	879,1±2,32	741,5±2,34

Если в период транспортировки состав крови у бычков изучаемых групп находился в пределах средних физиологических величин и характеризовал обмен веществ в соответствии с возрастом и уровнем продуктивности, то после транспортировки происходило увеличение изучаемых показателей [11].

Согласно полученным данным, наибольшее увеличение эритроцитов, гемоглобина и тромбоцитов произошло у животных I группы, которые были подвержены транспортному стрессу. По сравнению со сверстниками из II группы разница составила на 4,0 %; 4,1 %; 18,6 % ($P<0,05$).

Изменения уровня биохимических параметров сыворотки крови приведены в таблице 4.

Таблица 4. **Биохимические показатели животных после транспортировки**

Показатель	Группа	
	I	II
Глюкоза (ммоль/л)	3,07±1,2	2,77±1,3
Общий белок (г/л)	83,13±1,3	77,58±1,9
Кальций (ммоль/л)	2,00±2,2	1,78±2,7
Фосфор (ммоль/л)	5,09±1,3	4,76±2,5
Щелочная фосфатаза (Ед/л)	434,0±0,25	384,0±0,18
Креатинин (мкмоль/л)	210,0 ±13,4	188,0 ±14,4
Триглицерид (ммоль/л)	2,70 ±13,4	1,56 ±17,2

Принимая во внимание, что бычки имели постоянный доступ к воде после транспортировки, мы предполагаем, что значительное увеличение уровня общего белка на 7,2 % может быть связано с антиоксидантными свойствами белков крови.

Значительное повышение уровня кальция на 12,3 и фосфора – на 6,9 % в сыворотке по сравнению с показателем интактного молодняка наблюдалось сразу после транспортировки.

Концентрация креатинина в плазме крови здоровых животных относительно постоянна и зависит от мышечной массы тела [12]. В настоящем исследовании было обнаружено значительное увеличение креатинина при транспортировке на 11,7 % и глюкозы – на 10,8 %.

Уровень триглицеридов в крови может изменяться в течение суток в значительных пределах. У перевозимого молодняка он был повышен на 3,0 %, что связано с активизацией обмена жиров в печени.

Таким образом, при транспортировке организм животных за счёт собственных запасов активизирует белковый, жировой и углеводный обмены для поддержания гомеостаза [13-16]. Наблюдается так называемая «химическая терморегуляция при срочной адаптации» генетически не приспособленного животного к условиям транспортировки.

Обсуждение полученных результатов.

Транспортировка, которая часто считается одной из основных причин стресса, представляет собой множество физических и психологических стимулов, которые нарушают гомеостаз и метаболизм у животных. Перевозка оказывает стрессовое воздействие на физиологические и гематологические параметры многих домашних животных, мобилизацию энергетического и белкового метаболизмов, активность ферментов и гормонов и изменений в иммунной системе [1].

В процессе эксперимента установлено, что наибольшее увеличение количества лейкоцитов наблюдалось у животных, которые были подвергнуты транспортному стрессу, что указывает на напряжение иммунной защиты организма [4].

Количество нейтрофилов было выше у животных, которых перевозили, что согласуется с предыдущими результатами [2, 3, 9].

Соотношение между нейтрофилами и лимфоцитами часто рассматривается как более точное измерение состояния организма и действующее как индикатор стресса [10]. Высоким данное соотношение было у телят после перевозки (0,5:1) и может рассматриваться как высокая реакционная способность организма к нагрузкам. В то время как моноциты обычно рассматриваются как точный показатель стресса, здесь этого не происходит из-за относительной изменчивости распределения моноцитов у крупного рогатого скота [7]. Это подтверждается результатами данного исследования, в котором не было обнаружено серьёзных изменений в числе моноцитов, хотя следует отметить, что их биологическая функция остаётся важной.

Увеличенный уровень клинических и биохимических параметров может произойти из-за различных механизмов: усиление белкового метаболизма при транспортировке; обезвоживание организма, ведущее к потере воды из крови, расщепление белка мышц из-за долговременной их активности во время транспортировки могут быть причиной повышения концентрации креатинина и триглицеридов в сыворотке [8]. Более того, картина окислительных параметров, характеризующаяся значительным их увеличением после транспортировки, согласуется с выводами других исследователей [10].

Выводы.

По совокупности полученных данных: увеличение количества нейтрофилов и соотношение нейтрофилов к лимфоцитам, учащённое сердцебиение, повышенная температура, изменения в крови и сыворотке говорят о том, что стресс приводит к сильному напряжению организма и ряду модификаций иммунной системы.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0004)

Литература

1. Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress / K.R. Buckham Sporer, P.S. Weber, J.L. Burton et al. // Journal of Animal Science. 2008. 86. P. 1325-1334. doi: 10.2527/jas.2007-0762

2. Стрессоустойчивость молодняка крупного рогатого скота различных пород при промышленной технологии выращивания и откорма / Е.А. Ажмулдинов, В.И. Левахин, М.Г. Титов, Ю.А. Ласыгина // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 64-68.

3. Влияние препарата энергосил на потери мясной продукции при транспортировке и предубойном содержании животных / В.И. Левахин, С.М. Поберухин, Ю.А. Ласыгина, Ю.Ю. Петрунина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 4. С. 42-44.

4. Physiological responses of young cross-bred calves immediately after long-haul road transportation and after one week of habituation / K. Uetake, T. Ishiwata, T. Tanaka et al. // Journal of Animal Science. 2009. 80. P. 705-708. doi: 10.1111/j.1740-0929.2009.00693.x

5. Эффективность использования препарата Энергосил для снижения потерь продукции при транспортировке и предубойном содержании животных / М.Г. Титов, В.И. Левахин, С.М. Поберухин, Е.А. Ажмулдинов, Ю.А. Ласыгина // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 84-88.

6. Новые приёмы высокоэффективного производства говядины: монография / В.И. Левахин, В.В. Попов, Ф.Х. Сиразетдинов, В.В. Калашников, И.Ф. Горлов, Е.А. Ажмулдинов. М.: «Вестник РАСХН», 2011. 409 с.

7. Effect of transport on physical and haematological status of cattle in Bangladesh / T.M. Rakib, M.M. Hassan, A.A. Faruq et al. // Journal of Animal Health and Production. 2016. 4. P. 78-86. doi: 10.14737/journal.jahp/2015/4.3.78.86

8. Grandin T. Stress physiology of animal during transport // Livestock handling and transport. USA: CAB international, 2014. P. 368-377.

9. Ажмулдинов Е.А., Ласыгина Ю.А., Титов М.Г. Продуктивные качества и особенности поведения бычков различных генотипов в условиях промышленной технологии // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 37-40.

10. Flooring and driving conditions during road transport influence the behavioural expression of cattle / C.A. Stockman, T. Collins, A.L. Barnes et al. // Applied Animal Behaviour Science. 2013. 143. P. 18-30. doi: 10.1016/j.applanim.2012.11.003

11. Интенсивность роста и потери мясной продукции при технологических стрессах у бычков различных пород / В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, Ю.А. Ласыгина, М.Г. Титов, Н.И. Рябов // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 60-65.

12. Способ сокращения потерь продукции бычков при транспортном и предубойном стрессах: пат. 2551967 Рос. Федерация / В.И. Левахин, С.М. Поберухин, Г.И. Левахин, Ю.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, М.М. Поберухин, Б.Г. Рогачёв, М.Г. Титов, Ю.А. Ласыгина, Ю.Ю. Петрунина. Заявл. 25.02.14; опубл. 20.06.15, Бюл. № 16.

13. Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г. Сравнительная оценка адаптационной способности бычков различных пород // Пути интенсификации производства и переработки сельскохозяйственной продукции в современных условиях: материалы междунар. науч.-практ. конф.: в 2-х ч. / под ред. В.Н. Храмовой. Волгоград, 2012. Ч. 1. С. 53-54.

14. Способ для сокращения потерь продукции молодняка крупного рогатого скота при транспортировке и предубойном содержании: пат. 2396948 Рос. Федерация / В.И. Левахин, А.В. Сало, А.С. Коровин, В.В. Попов, В.И. Швиндт, Б.Г. Рогачёв, Ю.И. Левахин, Ф.Х. Сиразетдинов, А.П. Черных, Ф.Ф. Ахметова, Г.Х. Исянгулова, Н.В. Журавлев, М.Г. Титов. Заявл. 27.02.09; опубл. 20.08.10, Бюл. № 23.

15. Стрессоустойчивость чистопородного и помесного молодняка крупного рогатого скота к транспортному и предубойному стрессам / А.В. Сало, В.В. Попов, М.М. Поберухин, М.Г. Титов, М.А. Кизаев, А.Н. Фролов, В.Л. Королёв, Д.А. Ранделин, И.А. Бабичева // Инновационные направления повышения эффективности сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2010. С. 116-117.

16. Влияние скармливания адаптогенных препаратов на физиологический статус бычков при технологических стрессах / М.Г. Титов, В.И. Левахин, Е.А. Ажмулдинов, Ю.А. Ласыгина, С.М. Поберухин // Инновационные разработки по импортозамещению в агропродовольственном секторе: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Всерос. НИИ мясного скотоводства / под ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2015. С. 80-83.

Кизаев Михаил Анатольевич, кандидат сельскохозяйственных наук, учёный секретарь ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78, e-mail: kma.or@mail.ru

Ажмулдинов Елемес Ажмулдинович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78

Титов Максим Геннадьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78, e-mail: titow.ru@mail.ru

Соболева Наталья Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, тел.: 8-9033-67-67-15, e-mail: natalya.soboleva12@mail.ru

Поступила в редакцию 14 сентября 2018 года

UDC 591.1:591.11

Kizaev Mikhail Anatolevich[1], Azhmuldinov Elemes Azhmuldinovich[1], Titov Maxim Gennadevich[1], Soboleva Natalya Vladimirovna[2]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: kma.or@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,* e-mail: natalya.soboleva12@mail.ru

Physiological indices of Black Spotted bulls under transportation stress

Summary. Mechanisms that cause functional disturbances due to stress remain unclear, although it is recognized that the involvement of the neuroendocrine system is one of the main factors influencing health due to stress. Transportation causes tension in physiological parameters, which leads to an increase in body temperature, pulse and respiratory rate and, in turn, causes changes in blood composition, electrolytes, hormones, metabolites and enzymes and may present potential risks not only to the well-being of animals, but also to the quality of meat.

The study was carried out on 30 Black Spotted bulls, which were divided into two groups: the I group – bulls at the age of 8 months were transported to the fattening farm (the distance was 50 km), group II – bulls that were after weaning on the farm for fattening. Fattening is performed using intensive technology, fed with hay and concentrates.

During transportation, the body temperature increased by 0.8 °C ($P<0.01$), pulse and respiration rates – by 26.3 ($P<0.05$) and 25.7 % ($P<0.05$) respectively. Also, the number of leukocytes was higher by 8.5 % ($P<0.05$) compared to animals of the same age from group II; neutrophils – by 28 %, erythrocytes, hemoglobin and platelets – by 4.1 %; 1.2; 18.6 % respectively. There was also an increase in the total protein, alkaline phosphatase and creatinine in cattle after transportation by 7.2 %; 13.0 and 11.7 %.

Thus, the change in a wide spectrum of physiological parameters is a consequence of a non-specific stress response to the process of transportation and the environment.

Key words: bulls, transportation, stress, temperature, pulse, respiratory rate, blood, red blood cells, leukocytes.

УДК 636.082

Эффективность различных вариантов промышленного скрещивания крупного рогатого скота мясных пород российской селекции

И.Ф. Горлов[1], М.И. Сложенкина[1], О.А. Суторма[2], В.В. Ранделина[1], А.В. Ранделин[1], А.К. Натыров[3]

[1] *ФГБНУ «Поволжский научно исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции»*

[2] *ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет»*

[3] *ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова»*

Аннотация. В статье приведены результаты изучения эффективности двух- и трёхпородного скрещивания коров калмыцкой породы (калм.) с быками русской комолой (рус. ком.) и казахской белоголовой (каз. бел.) пород.

В I группу были отобраны чистопородные бычки калмыцкой породы, во II – помеси с генотипом ½ калм.×½ каз. бел., в III – с генотипом ½ калм.×½ рус. ком., в IV – с генотипом ¼ калм.×¼ рус. ком.×½ каз. бел. и в V – с генотипом ¼ калм.×¼ каз. бел.×½ рус. ком.

В процессе исследований было установлено, что помесные бычки II, III, IV и V групп превосходили по живой массе чистопородных сверстников из I группы во все возрастные периоды. В возрасте 16 месяцев они имели живую массу больше, чем чистопородные сверстники соответственно на 6,80; 5,79; 10,50 и 7,40 % (P>0,95).

При этом сыновья быков казахской белоголовой породы, полученные в трёхпородном скрещивании (IV гр.), превосходили двухпородных помесей (II гр.) по живой массе в 16-месячном возрасте на 1,34 % (P>0,95). Аналогичная закономерность установлена и по группам сыновей быков русской комолой породы.

При контрольном убое от помесных бычков были получены туши массивнее, чем от чистопородных сверстников на 6,04-11,85 %. У трёхпородных помесей в сравнении с двухпородными масса туш была больше по группе сыновей быков казахской белоголовой породы на 2,32 % и русской комолой – на 3,56 % (P>0,95). В средней пробе мякоти туш помесных бычков белка содержалось больше, чем у чистопородных сверстников на 0,37; 0,67; 0,60 и 0,84 % (P>0,95), тогда как жира – меньше соответственно на 0,59; 0,42; 0,39 и 0,14 % (P>0,95).

Мясо помесных бычков имело более высокую биологическую ценность и оптимальный фракционный состав белков. В организме помесных бычков в сравнении с чистопородными интенсивнее протекала биоконверсия энергии и протеина кормов в энергию и белок мякоти тела. Коэффициент конверсии протеина у них был выше, чем у чистопородных сверстников, на 0,2-0,8 %, энергии – на 0,4-0,9 %. Уровень рентабельности производства говядины, полученной от помесных бычков, был выше, чем от чистопородных сверстников на 9,4-15,5 % (P>0,999).

Ключевые слова: бычки, коровы, калмыцкая порода, русская комолая порода, казахская белоголовая порода, помеси, скрещивание, интенсивность роста, мясная продуктивность, качественные показатели мяса.

Введение.

До последнего времени в РФ остаётся нерешённой проблема производства конкурентоспособной говядины. Решить её, по мнению учёных и специалистов, возможно за счёт развития отрасли специализированного мясного скотоводства, в первую очередь в местах её традиционного культивирования [1-4].

При этом важная роль в повышении продуктивности мясного скота отводится промышленному скрещиванию [5-9].

Одной из наиболее распространённых отечественных пород мясного скота является калмыцкая.

Калмыцкая порода считается одной из самых приспособленных к условиям сухих степей. Животные этой породы хорошо используют растительный травостой пастбищ и способны к длительному перегону [10].

При этом скот калмыцкой породы отличается скороспелостью и интенсивно формирует жировую ткань в организме при откорме.

Цель исследования

Изучить варианты промышленного скрещивания коров калмыцкой породы с более крупными породами мясного скота, способными повысить мясную продуктивность помесного молодняка и сохранить уникальные способности калмыцкой породы выживать и давать продукцию в экстремальных условиях сухих степей.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Бычки, полученные при двух- и трёхпородном скрещивании скота калмыцкой, русской комолой и казахской белоголовой пород.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.SC. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшить количество используемых образцов.

Схема эксперимента. Экспериментальные исследования проведены на коровах калмыцкой породы в ООО «Тингутинское» Светлоярского района Волгоградской области. Были выбраны две заводские родственные породы, выведенные на основе калмыцкого скота, – казахская белоголовая и русская комолая. В процессе исследований изучены варианты двух-трёхпородного скрещивания скота калмыцкой, русской комолой и казахской белоголовой пород.

Полновозрастные коровы калмыцкой породы скрещивались с быками казахской белоголовой и русской комолой пород. На помесных коровах с генотипом ½ калм.×½ каз. бел. использовались быки русской комолой породы, а на помесях ½ калм.×½ рус. ком. – быки казахской белоголовой. Коровы калмыцкой породы по живой массе соответствовали I классу, быки-производители – классу элита-рекорд.

В наших исследованиях были сформированы 5 подопытных групп бычков по 10 голов в возрасте 8 месяцев. В I группу были включены чистопородные бычки калмыцкой породы, во II – помеси с генотипом ½ калм.×½ каз. бел., в III – ½ калм.×½ рус. ком, в IV – ½ калм.×½ рус. ком.×½ каз. бел. и в V – ½ калм.×½ каз. бел.×½ рус. ком.

Подопытные бычки с 8- и до 12-месячного возраста содержались в коровниках на несменяемой подстилке, имели свободный выгул во дворы. Кормление и водопой были организованы в выгульных дворах.

С 12- до 16-месячного возраста бычки находились на отгонных пастбищах на нагуле. В рацион бычков дополнительно вводили от 2,3 до 2,8 кг зерносмеси и необходимых премиксов.

В среднем в рационе бычков в период опыта содержалось 6,7-8,8 ЭКЕ, от 610,0-776,0 г переваримого протеина, 942,0-1210,0 г сырого протеина, 1652,6-2223,2 г сырой клетчатки.

Контрольный убой проведён на Береславском мясокомбинате в возрасте 16 месяцев.

Оборудование и технические средства. Взвешивание животных проводили на электронных весах НПВ -1000 («Масса-К», г. Санкт Петербург, Россия), предназначенных для взвешивания крупного рогатого скота, овец, свиней и других животных.

Интенсивность роста бычков изучали по результатам ежемесячных взвешиваний, мясную продуктивность – на основании результатов контрольного убоя по методике ВНИИМС (1984).

Морфологический состав туш изучали на основании разделки туш бычков согласно ГОСТ 352601-2006 Мясо.

В средних пробах мякоти туш, длиннейшего мускула спины определяли содержание влаги по ГОСТ 9793-74, содержание жира – экстрагированием в аппарате Сокслета, белка – по методу Къельдалю в чашках Конвея, энергетическую ценность – по методике ВАСХНИЛ (1983).

Анализы исследуемых образцов проводили на базе комплексно-аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (регистрационный номер в государственном реестре РОСС 0001.22ПА 71. от 8 августа 2012 г.).

Для проведения исследований использовали: спектрофотометр СВ 56 (ООО «ЛОМО-СПЕКТР», Россия), систему капиллярного электрофореза «Капель», «Полуавтоматический анализатор жира SOX 406» («Hanon Instruments», Китай), полуавтоматическую систему «Кельтран» для определения содержания белка (ООО ВПК «Сибагроприбор», Россия).

Статистическая обработка. Цифровой материал, полученный при выполнении исследований, обработан на ПК методами вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США) с определением достоверности разницы при трёх уровнях вероятности по Стьюденту-Фишеру.

Результаты исследований.

В результате исследований установлено, что более интенсивно росли помесные бычки. Так, при постановке на опыт (8 мес.) помесный молодняк II, III, IV и V групп имел живую массу больше, чем чистопородные из I группы на 5,85 % (P>0,99); 3,40 (P>0,95); 7,68 (P>0,99) и 4,76 % (P>0,95), в 16 мес. – на 6,80 % (P>0,999); 5,79 (P>0,99); 10,50 (P>0,999) и 7,40 % (P>0,95).

В помесных группах более высокая живая масса была зафиксирована у сыновей быков казахской белоголовой породы (табл. 1).

Таблица 1. **Динамика живой массы подопытного молодняка, кг**

Возраст, мес.	Подопытные группы				
	I	II	III	IV	V
8	191,5±1,74	202,7±2,11	198,0±1,56	206,2±1,90	200,6±1,85
10	241,3±1,68	269,8±2,36	254,1±1,40	274,1±2,19	263,1±2,48
12	300,1±2,36	328,9±1,52	319,7±1,77	332,3±2,16	323,4±2,44
14	351,9±3,62	385,9±2,87	375,6±1,94	391,3±2,63	379,6±2,85
16	402,9±3,95	430,3±3,60	426,2±2,93	445,2±3,47	432,7±3,68

При этом молодняк, полученный от быков казахской белоголовой породы в трёхпородном скрещивании (IV гр.), имел живую массу больше сверстников, выведенных в результате двухпородного скрещивания (II гр.), в 8-месячном возрасте – на 1,73 % и в 16 мес. – на 1,34 %. Подобная закономерность выявлена по живой массе и у потомков производителей русской комолой породы.

Показатели среднесуточного прироста живой массы помесного молодняка II, III, IV и V групп в опытный период были выше в сравнении с чистопородными сверстниками на 11,92 % (P>0,99); 7,95 (P>0,95); 13,05 (P>0,999) и 9,80 % (P>0,99).

В результате проведённого контрольного убоя подопытного молодняка установлено, что масса парных туш помесных бычков была больше, чем у чистопородных сверстников на 9,31 % (P>0,99); 6,04 (P>0,95); 11,85 (P>0,999) и 9,82 % (P>0,99) (табл. 2).

Следует отметить, что у трёхпородных помесей в сравнении с двухпородными масса парных туш была больше среди сыновей быков казахской белоголовой на 2,32 % и русской комолой породы – на 3,56 %.

Показатели убойного выхода у помесного молодняка были выше, чем у чистопородных сверстников соответственно на 0,49 %; 0,67; 1,09 и 1,29 %.

Таблица 2. **Результаты контрольного убоя подопытного молодняка**

Показатель мясной продуктивности	Подопытная группа				
	I	II	III	IV	V
Предубойная масса, кг	393,4±4,42	426,4±4,53	413,5±7,14	431,5±7,14	421,5±2,49
Масса парной туши, кг	217,0±3,21	237,2±4,16	230,1±4,68	242,7±2,38	238,3±1,27
Выход туши, %	55,16	55,63	55,65	56,21	56,54
Масса внутреннего сала, кг	10,4±0,46	11,2±0,36	10,9±0,49	11,6±0,36	10,8±0,36
Убойная масса, кг	227,4±3,66	248,4±4,50	241,8±5,17	254,3±2,73	249,1±1,57
Убойный выход, %	57,81	58,30	58,48	58,90	59,10
Масса охлаждённой туши, кг	215,3±3,26	235,5±2,05	228,3±4,73	241,1±2,41	236,5±1,30
Масса мякоти, кг	175,3±2,66	192,2±1,67	187,2±4,01	199,5±1,97	196,6±1,07
Выход мякоти, %	81,43	81,61	82,00	82,75	83,13
Масса костей, кг	34,7±0,52	37,7±0,32	35,6±0,75	37,4±0,35	36,2±0,20
Выход костей, %	16,12	16,01	15,60	15,51	15,30
Масса сухожилий, кг	5,3±0,12	5,6±0,06	5,5±0,12	4,2±0,06	3,7±0,09
Выход сухожилий, %	2,45	2,38	2,40	1,74	1,57
Индекс мясности	5,05	5,10	5,26	5,33	5,43

У трёхпородных помесей убойный выход был выше, чем у двухпородных. Более высокий убойный выход зафиксирован у сыновей производителей русской комолой породы.

У помесного молодняка в тушах содержалось мякоти больше, чем у чистопородных сверстников на 9,64 % (P>0,99); 6,79 (P>0,95); 13,80 (P>0,99) и 12,15 % (P>0,99).

У помесного молодняка, полученного в результате трёхпородного скрещивания, выход мякоти в тушах был выше, чем у помесей, полученных при двухпородном скрещивании, по группе потомков быков казахской белоголовой породы на 1,14 % и русской комолой – на 1,13 %. Наиболее высокий выход мякоти в тушах выявлен у бычков, полученных от быков русской комолой породы.

В результате анализов средних проб мякоти туш установлено, что у помесного молодняка II, III, IV и V групп содержание белка в сравнении с чистопородными сверстниками калмыцкой породы было больше на 0,37 % (P>0,95); 0,67 (P>0,95); 0,60 (P>0,95) и 0,84 % (P>0,99).

У молодняка, выведенного с использованием трёхпородного скрещивания, в сравнении с двухпородным массовая доля белка в мякоти туш была больше, чем у двухпородных по группам потомков производителей казахской белоголовой породы на 0,23 и русской комолой – на 0,17 %. Массовая доля жира в средней пробе мякоти туш чистопородного молодняка была выше, чем у помесных сверстников II, III, IV и V групп соответственно на 0,59 % (P>0,999); 0,42 (P>0,95); 0,39 (P>0,95) и 0,14 %.

Результаты химического анализа свидетельствуют, что массовая доля белка в длиннейшем мускуле спины помесного молодняка во II, III, IV и V групп в сравнении с чистопородными сверстниками была больше на 0,43 %; 0,84 (P>0,95); 0,69 (P>0,95) и 0,90 % (P>0,95) (табл. 3), тогда как массовая доля жира была больше в мускуле чистопородных соответственно на 0,26 %; 0,17; 0,09 и 0,04 %.

Выявлены достоверные различия по биохимическим показателям в длиннейшей мышце спины молодняка в зависимости от его генотипов. Содержание аминокислоты триптофана в мускуле бычков, полученных в результате скрещивания, было больше в сравнении с чистопородными сверстниками на 3,95 % (P>0,95); 6,52 (P>0,99); 7,91 (P>0,99) и 11,28 % (P>0,99). Аминокислоты оксипролина больше было в мускуле чистопородного молодняка. В результате белковый качественный показатель мускула помесного молодняка превышал аналогичный показатель чистопородных сверстников на 0,28; 0,50; 0,55 и 0,89.

Таблица 3. **Результаты химического и биохимического анализов длиннейшей мышцы спины**

Компонент	Подопытная группа				
	I	II	III	IV	V
Влага, %	76,23±0,33	76,07±0,49	75,55±0,38	75,61±0,13	75,33±0,27
Сухое вещество, %	23,77±0,33	23,93±0,49	24,45±0,38	24,39±0,13	24,67±0,27
Протеин, %	20,54±0,28	20,97±0,22	21,38±0,26	21,23±0,16	21,44±0,15
Жир, %	2,40±0,08	2,14±0,13	2,23±0,14	2,31±0,10	2,36±0,14
Зола, %	0,83±0,08	0,82±0,03	0,84±0,02	0,85±0,03	0,87±0,03
Триптофан, мг	424,8±5,70	441,6±7,27	452,5±4,14	458,4±9,67	472,7±7,40
Оксипролин, мг	68,30±0,60	68,00±0,36	67,40±0,31	67,80±0,56	66,52±0,72
БКП	6,22	6,50	6,72	6,77	7,11

Значительные различия у подопытных бычков выявлены по фракционному составу белков. Результаты исследований показали, что саркоплазматических белков в мускуле спины помесных бычков содержалось больше, чем чистопородных, на 0,08 %; 0,21 (P>0,95); 0,14 и 0,35 % (P>0,99), миофибриллярных – на 0,21 (P>0,95); 0,38 (P>0,95); 0,33 (P>0,95) и 0,53 % (P>0,99) (табл. 4).

Таблица 4. **Фракционный состав белков длиннейшей мышцы спины, %**

Показатель	Подопытная группа				
	I	II	III	IV	V
Общий	20,54±0,28	20,97±0,22	21,38±0,26	21,23±0,16	21,44±0,15
Саркоплазматические	4,49±0,04	4,57±0,03	4,70±0,05	4,63±0,04	4,84±0,03
Миофибриллярные	8,25±0,07	8,46±0,09	8,63±0,09	8,58±0,06	8,78±0,11
Стромы	7,80±0,09	7,94±0,14	8,05±0,11	8,02±0,12	7,82±0,10
Коэффициент полноценности белков (КПБ)	1,63	1,64	1,66	1,65	1,74

Несущественное превышение в пользу помесных бычков установлено по белку стромы. Помесный молодняк превосходил чистопородных сверстников по показателю коэффициента полноценности белков на 0,01; 0,03; 0,02 и 0,011.

Важным показателем, влияющим на конкурентоспособность производимой говядины, является уровень биоконверсии питательных веществ кормов в мясную продукцию. Интенсивность биоконверсии связана с массой съедобной части тела и содержанием в ней питательных веществ.

Так, в наших исследованиях в связи с более высокой массой съедобных частей тела помесных бычков в их организме было отложено белка больше в сравнении с чистопородными сверстниками на 11,73 % (P>0,999); 10,30 (P>0,999); 17,02 (P>0,999) и 16,87 % (P>0,999), жира – на 5,20 % (P>0,95); 3,82 (P>0,95); 10,43 (P>0,99) и 10,85 % (P>0,99), энергии – на 7,51 % (P>0,999); 5,96 (P>0,999); 12,80 (P>0,999) и 13,05 % (P>0,999) (табл. 5).

При этом коэффициент конверсии протеина корма в белок тела был выше у помесного молодняка, чем у чистопородных сверстников на 0,4 %; 0,2; 0,8 и 0,7 %, энергии – соответственно на 0,4 %; 0,5; 0,8 и 0,9 %. Следует отметить, что коэффициент конверсии протеина был выше у сыновей быков казахской белоголовой породы, а энергии – русской комолой.

Таблица 5. **Биоконверсия питательных веществ кормов в мясную продукцию молодняка**

Динамика питательных веществ и энергии	Порядковый номер группы				
	I	II	III	IV	V
Съедобная часть тела, кг	210,6±1,98	230,8±1,53	224,4±2,04	238,9±0,96	235,7±1,37
Отложено в тканях тела					
Белка, кг	39,89±0,47	44,57±0,36	44,00±0,33	46,68±0,37	46,62±0,49
Жира, кг	30,98±0,39	32,59±0,34	32,07±0,21	34,21±0,27	34,34±0,32
Энергии, МДж	1882,76±10,42	2024,12±8,61	1994,92±9,15	2123,82±11,03	2128,37±8,96
Выход на 1 кг предубойной массы					
Белка, г	101,40±0,39	104,53±0,47	106,41±0,31	108,11±0,42	110,60±0,36
Жира, г	78,75±0,33	76,43±0,39	77,56±0,25	79,23±0,31	81,47±0,27
Энергии, МДж	4,79±0,04	4,75±0,06	4,82±0,03	4,92±0,05	5,05±0,06
Коэффициент конверсии протеина (ККП), %	8,8	9,2	9,0	9,6	9,5
Коэффициент конверсии энергии (ККОЭ), %	5,9	6,3	6,4	6,7	6,8

Обсуждение полученных результатов.

Движущей силой развития любой сельскохозяйственной отрасли является экономическая эффективность.

Известно, что одним из наиболее эффективных методов разведения, способных кардинально изменить генотип животных, их продуктивные качества, является межпородное скрещивание. По мнению ряда учёных, чем разнородней генотипы, тем выше может быть эффект скрещивания [7, 8].

В Российской Федерации широко используются варианты скрещивания коров мясных пород с быками импортных мясных пород. Однако в условиях нагула при использовании малопродуктивных пастбищ от помесных животных не получают ожидаемый эффект [1].

В связи с этим мы в своих исследованиях поставили цель изучить эффективность различных вариантов межпородного скрещивания родственных мясных пород – калмыцкой и выведенных на её основе казахской белоголовой и русской комолой.

Результаты исследований показали, что при скрещивании родственных пород у потомства наблюдалось проявление эффекта гетерозиса по живой массе и убойным качествам. При этом наиболее эффективными оказались варианты трёхпородного скрещивания. По нашему мнению, у данных родственных пород имеется довольно разнообразный генофонд, что и сказалось на результатах скрещивания. Это предположение подтверждается результатами исследования генофонда калмыцкой, русской комолой, казахской белоголовой пород по генам, ассоциированным с мясной продуктивностью в ряде работ [11, 12].

Расчёты показали, что промышленное скрещивание коров калмыцкой породы с производителями казахской белоголовой и русской комолой пород экономически целесообразно.

Так, уровень рентабельности производства говядины от помесного молодняка был выше в сравнении с чистопородными на 14,1 %; 9,4; 15,5 и 11,6 %.

Таким образом, за счёт скрещивания скота калмыцкой, русской комолой и казахской белоголовой пород возможно увеличение производства высококачественной говядины.

Выводы.

Двух- и трёхпородное скрещивание коров калмыцкой породы с быками казахской белоголовой и русской комолой пород способствовало повышению интенсивности роста, убойных показателей и качества мяса у помесного молодняка. Трёхпородные помеси превосходили двухпородных по основным показателям продуктивности.

Наиболее высокой интенсивностью роста обладали бычки-сыновья быков казахской белоголовой породы, полученные при двух- и трёхпородном скрещивании. У помесных сыновей быков казахской белоголовой породы был более высоким коэффициент биоконверсии протеина корма в белок тела, тогда как у сыновей быков русской комолой породы – энергии.

Литература

1. Научно обоснованные технологии производства конкурентоспособной говядины: монография / И.Ф. Горлов, А.И. Беляев, А.Н. Струк, Г.В. Волколупов, М.Е. Спивак, Д.А. Ранделин и др. М.-Волгоград: Вестник РАСХН, Волгогр. науч. изд., 2009. 274 с.

2. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий: монография / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин, А.К. Натыров, Б.К. Болаев, О.А. Суторма. Элиста: Калмыцкий ГУ, 2015. 150 с.

3. Ранделин Д.А. Научно-практическое обоснование производства конкурентоспособной говядины на основе оптимизации использования породных ресурсов мясного скота: автореф. дис. … д-ра биол. наук. Волгоград, 2013. 49 с.

4. Использование генетических ресурсов крупного рогатого скота разного направления продуктивности для увеличения производства говядины на Южном Урале: монография / В.И. Косилов, С.И. Мироненко, Е.А. Никонова, Д.А. Андриенко, Т.С. Кубатбеков. Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2016. 315 с.

5. Ранделин Д.А. Влияние скрещивания на мясную продуктивность бычков и качественные показатели их мяса // Всё о мясе. 2010. № 1. С. 34-36.

6. Повышение продуктивного потенциала скота казахской белоголовой породы на основе оптимизации генетических и паратипических факторов / В.И. Левахин, Х.А. Амерханов, В.В. Калашников, И.Ф. Горлов, В.Л. Королёв, О.А. Суторма. М., 2013. 340 с.

7. Качественные показатели мяса подопытных бычков казахской белоголовой породы разных генотипов / И.Ф. Горлов, А.Н. Сивко, О.А. Суторма, Д.А. Ранделин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. № 4(40). С. 87-92.

8. Особенности роста, развития и мясной продуктивности бычков казахской белоголовой породы разных генотипов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.В. Ранделин, О.П. Шахбазова, В.В. Губарева, В.Б. Дорошенко // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 3. С. 10-13.

9. Интенсивность роста бычков казахской белоголовой породы разных генотипов / И.Ф. Горлов, В.Б Дорошеко, О.П. Шахбазова, О.А. Суторма // Инновации в интенсификации производств и переработки сель-скохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград: ВолгГТУ, 2015. С. 58-61.

10. Эффективность промышленного скрещивания скота калмыцкой и казахской белоголовой пород / И.Ф. Горлов, Б.К. Болаев, Н.И. Ковзалов, О.А. Суторма, А.А. Кайдулина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 4(44). С. 126-133.

11. Characterization of the russian beef cattle breed gene pools using inter simple sequence repeat dna analysis (issr analysis) / G.E. Sulimova, A.V. Perchun, V.N. Voronkova, I.F. Gorlov, A.V. Randelin, M.I. Slozhenkina, E.Y. Zlobina // Russian Journal of Genetics. 2016. Т. 52. № 9. С. 963-968.

12. Polymorphisms of bgh, rorc, and dgat1 genes in russian beef cattle breeds / I.F. Gorlov, A.A. Fedunin, G.E. Sulimova, D.A. Randelin // Russian Journal of Genetics. 2014. Т. 50. № 12. P. 1302-1307.

Горлов Иван Фёдорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, научный руководитель ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», 400131, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, д. 6, тел.: (8442)39-10-48, e-mail: niimmp@mail.ru

Сложенкина Марина Ивановна, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», 400131, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, д. 6, тел.: (8442)39-10-48, e-mail: niimmp@mail.ru

Суторма Оксана Александровна, кандидат биологических наук, соискатель кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», 400002, г. Волгоград, просп. Университетский, 26, тел.: (8442)39-13-59, e-mail: niimmp@mail.ru

Ранделина Валентина Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», 400131, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, д. 6, тел.: (8442)39-13-59, e-mail: niimmp@mail.ru

Ранделин Александр Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научно-исследовательской работе ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», 400131, г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, д. 6, тел.: (8442)39-10-48, e-mail: niimmp@mail.ru

Натыров Аркадий Канурович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, декан аграрного факультета ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», 358011, г. Элиста, 5 микр, 4-й корпус ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова», тел.: 8847-22-39006, e-mail: natyrov_ak@mail.ru

Поступила в редакцию 14 августа 2018 года

UDC 636.082

Gorlov Ivan Fedorovich[1], Slozhenkina Marina Ivanovna[1], Sutorma Oksana Aleksandrovna[2], Randelina Valentina Viktorovna[1], Randelin Alexander Vasilevich[1], Natyrov Arkady Kanurovich[3]

[1] *FSBSI «Povolzhsky Research Institute of Meat and Milk Production and Processing»,*
e-mail: niimmp@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Volgograd State Agrarian University»*

[3] *FSBEI HE «Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov»,* e-mail: natyrov_ak@mail.ru

Efficiency of different variants of commercial crossing of beef cattle breeds of Russian selection

Summary. The article presents the results of studying the efficiency of two- and three-way crossing of Kalmyk cows (Kalm.) with Russian poll bulls (Rus.Poll) and Kazakh white-headed (Kaz. white) breeds.

In the I group purebred bulls of Kalmyk breed were selected, in the II – hybrids with genotype ½ Kalm.×½ Kaz. white, in the III – with genotype ½ Kalm.×½ Rus. Poll, in the IV – with genotype of ¼ Kalm.×¼ Rus. Poll×¼ Kaz. white and in the V – with genotype of ¼ Kalm.×¼ Kaz. white×½ Rus. Poll.

In the course of studies it was established that hybrid bulls of the II, III, IV and V groups exceeded in live weight the purebred peers from Group I in all age periods. At the age of 16 months they had a live weight more than purebred peers respectively by 6.80; 5.79; 10.50 and 7.40 % (P>0.95).

At the same time, sons of Kazakh white-headed bulls obtained in the three-way crossing (Group IV) exceeded two-way hybrids (Group II) by 1.34 % in live weight at the age of 16 months (P>0.95). Similar trend has been established for groups of sons of Russian Poll bulls.

Upon the control slaughter hybrid bull carcasses were more massive than from purebred peers by 6.04-11.85 %. Weight of three-way hybrid carcasses in comparison with two-way was more by 2.32 % for Kazakh white-headed bulls and by 3.56 % for Russian Poll breed (P>0.95). Mean sample of carcasses' flesh of hybrid bulls contained protein more than of purebred peers by 0.37; 0.67; 0.60 and 0.84 % (P>0.95), while the fat content was less respectively by 0.59; 0.42; 0.39 and 0.14 % (P>0.95).

The meat of the hybrid bulls had a higher biological value and optimal fractional protein composition. In the body of hybrid bulls, in comparison with purebreds, bioconversion of energy and protein of fodder into energy and protein of the flesh proceeded more intensively. They had higher conversion ratio of protein than purebred peers by 0.2-0.8 %, of energy – by 0.4-0.9 %. Profitability level of beef production obtained from hybrid bulls was higher than that of purebred peers by 9.4-15.5 % (P>0.999).

Key words: bulls, cows, Kalmyk breed, Russian Poll breed, Kazakh white-headed breed, hybrids, cross breeding, growth intensity, meat productivity, meat quality indices.

УДК 636.083.37:591.11

Изменение морфологических и иммунологических показателей крови телят при применении Альбит-Био

А.С. Горелик[1], О.В. Горелик[2], О.Е. Лиходеевская[2]

[1] ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»

[2] ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»

Аннотация. Важным достижением биологии является использование для восстановления или коррекции процессов жизнедеятельности в организме животных, а именно коров и телят, различных биологически активных веществ. Целью данной работы явилось изучение возрастных особенностей морфологического состава и иммунологических показателей крови молодняка чёрно-пёстрой породы в раннем постнатальном онтогенезе и обоснование возможности его коррекции путём использования биотехнологической добавки Альбит-Био в рационе кормления сухостойных коров и телят. В процессе исследований было установлено, что использование биотехнологической добавки Альбит-Био сухостойным коровам и телятам в первые дни после рождения и в 3-месячном возрасте привело к повышению содержания эритроцитов и гемоглобина, что свидетельствует о более высоком уровне дыхательной функции организма. При изучении иммунологических показателей у телят было установлено, что самые низкие показатели как клеточного иммунитета, так и естественной резистентности были в крови телят I группы (контрольная). В группах телят, где либо матери, либо сами телята получали биотехнологическую добавку Альбит-Био, они были выше. Так, II группа телят получала добавку в первые дни жизни и вторично в 3-месячном возрасте; III группа подвергалась воздействию добавки через организм матери в утробный период развития, и IV группа телят была от коров, которые в сухостойный период получали добавку, а затем и они сами в первые дни жизни и в 3-месячном возрасте. Самые высокие показатели отмечены у телят IV группы, где и матери, и сами телята получали препарат, соответственно в 3 месяца они составили: лимфоциты – 74,4±3,36 %; Т-лимфоциты – 72,8±5,16 %; В-лимфоциты – 29,9±3,06 %; ЛАСК – 30,3±3,36 ед./л; БАСК – 48,7±1,38 %; ФА – 25,1±3,01 % и были выше на 7,0 %; 26,2; 7,2 ; 13,5; 34,0 и 28,1 % соответственно по сравнению с I (контрольной) группой при сохранении положительной тенденции и в 6-месячном возрасте.

Ключевые слова: коровы, телята, кормление, биологическая добавка, Альбит-Био, постнатальный период, кровь, морфологические и иммунологические показатели.

Введение.

Сохраняя постоянство состава, кровь, тем не менее, является достаточно лабильной формой, быстро отражающей происходящие в организме в каждой отдельно взятой системе изменения как в норме, так и в патологиях [1, 2].

Кровь является одним из объектов интерьерных исследований телят, поскольку эта подвижная ткань представляет собой посредника в обмене веществ [3-5]. Она играет главную роль в процессах дыхания и окисления. Находясь в постоянном контакте со всеми органами и тканями, кровь отражает все происходящие в них внутренние процессы и является индикатором реакции организма [1, 5].

Периоды раннего постнатального онтогенеза характеризуются высокой пластичностью организма телят, интенсивным обменом веществ, повышенной потребностью в питательных и биологически активных веществах [1, 6-8]. Хотя процесс индивидуального развития организма генетически детерминирован, но при нарушении технологии содержания (микроклимат, кормление и т. д.) изменяется функциональная активность физиологических систем организма, что отражается как на сохранности поголовья, скорости роста, так и будущей продуктивности [9-11]. Поэтому поддержание и коррекция здоровья телят в ходе их роста и развития является важной проблемой современной биологии.

Цель исследования.

Изучение возрастных особенностей морфологического состава и иммунологических показателей крови молодняка чёрно-пёстрой породы в раннем постнатальном онтогенезе и обоснование возможности его коррекции путём использования биотехнологической добавки Альбит-Био в рационе кормления сухостойных коров и телят.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Тёлочки чёрно-пёстрой породы, которые были получены от 2 групп коров-матерей, отличающихся между собой по применению в их кормлении в сухостойный период биотехнологической добавки Альбит-Био.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulation 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Healthy) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для проведения опыта методом сбалансированных групп с учётом возраста, живой массы, происхождения, времени запуска и срока беременности, продуктивности за вторую лактацию были сформированы 2 группы сухостойных коров. I группа коров (контрольная, n=60) в сухостойный период получала корма по основному рациону. Животным II группы (опытная, n=60) в течение 5 дней, в начале сухостойного периода, добавляли в концентрированные корма биотехнологическую добавку Альбит-Био в количестве 40 мл на животное.

После отёла коров из числа новорождённого молодняка были сформированы 4 группы по 15 тёлочек в каждой. В I и II группы вошли тёлочки, полученные от коров контрольной группы; в III и IV группы – от коров опытной группы.

В период исследований кормление телят осуществлялось по схеме, принятой в хозяйстве, которая включала 270 кг цельного молока, 450 кг обезжиренного молока. Начиная с первых дней жизни, проводили приучение к сену хорошего качества, с 10 дня – к овсянке и с 50 дня жизни – к силосу кукурузному с доведением нормы дачи к концу молочного периода до 3,5 кг сена, 7,0 кг силоса и 1,0 кг концентратов. Тёлочкам II и IV групп дополнительно вводили в молозиво или молоко Альбит-Био по схеме:

- в течение 7 дней после рождения, начиная со 2-го дня, в смеси с молозивом по 5 мл на животное;
- в течение 3 дней в 3-месячном возрасте по 10 мл на животное в смеси с ЗЦМ.

Биотехнологическая добавка «Альбит-Био» – кормовая добавка содержит селен и йод в биологически активной форме (биомасса почвенного гриба Cephaliophora tropica D3). Представляет собой жидкость коричневого цвета. Дозировка по рекомендации производителя составляет 5-10 мл на голову в сутки для телят и 40-60 мл на голову в сутки – коровам.

В исследованиях использованы дозировки по предложению производителя.

Кровь у телят брали в 3- и 6-месячном возрасте и определяли морфологические показатели с помощью общепринятых методов исследования.

Оборудование и технические средства. Исследования проводились в межкафедральной лаборатории Южно-Уральского государственного аграрного университета, Институт ветеринарной медицины г. Троицк, Челябинской области. Содержание эритроцитов и лейкоцитов путём подсчёта в камере Горяева, количество гемоглобина и глюкозы – с помощью набора реактивов «Клини Тест».

Фагоцитарную активность крови определяли по методу В.С. Гостева [12].

Количество Т-лимфоцитов в периферической крови животных определяли методом спонтанного розеткообразования с эритроцитами барана (Е-РОК); В-лимфоцитов – с эритроцитами мышей.

Бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) определяли фотоколориметрическим методом. Лизоцимную активность сыворотки крови (ЛАСК) определяли фотоэлектроколориметрическим методом.

Статистическая обработка. Результаты опытов обрабатывали биометрически на персональном компьютере с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

В процессе исследований было установлено, что у молодняка опытных групп в 3- и 6-месячном возрасте наблюдалось повышенное содержание эритроцитов и гемоглобина, что свидетельствует о более высоком уровне дыхательной функции организма (табл. 1).

Таблица 1. **Морфологические показатели крови телят, (X±Sx; n=5)**

Показатель	Единицы измерения	Группы			
		I	II	III	IV
3 месяца					
Эритроциты	10^{12}/л	5,49±0,9	6,08±0,49*	7,20±0,86**	8,02±0,33**
Гемоглобин	г/л	92,67±2,57	99,70±2,10	111,33±3,06*	116,67±4,62**
Лейкоциты	10^{9}/л	7,97±0,56	8,82±1,09	8,03±2,26	10,77±2,73*
6 месяцев					
Эритроциты	10^{12}/л	5,98±0,78	6,99±0,97	5,97±0,91	8,26±0,64*
Гемоглобин	г/л	101,0±3,60	116,0±6,56*	104,67±2,01	119,67±6,81**
Лейкоциты	10^{9}/л	9,20±1,65	10,53±1,61	9,10±0,3	11,73±2,03

Здесь и далее: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001

В 3-месячном возрасте количество эритроцитов у телят I группы было $5{,}49 \cdot 10^{12}$/л, в то время как у телят II группы их содержание повысилось на 10,75 % и составило $6{,}08 \cdot 10^{12}$/л. Уровень эритроцитов в периферической крови отражался на содержании гемоглобина. У животных I группы величина показателя составила 92,67±2,57 г/л, а у II превышала их величину на 7,59 % и была равна 99,70±2,10 г/л.

Число лейкоцитов в крови телят I группы составило $7{,}97 \pm 0{,}56 \cdot 10^{9}$/л, а во II увеличилось на 10,67 % ($8{,}82 \pm 1{,}09 \cdot 10^{9}$/л).

В крови молодняка III группы, полученных от коров, которым в сухостойный период добавляли в рацион кормления биотехнологическую добавку, установлено более высокое содержание эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов относительно I контрольной группы (P≤0,05-P≤0,01). Подобные изменения были характерны и в IV группе, но только в ещё более значимых показателях. Количество эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов увеличилось соответственно до $8{,}02 \pm 0{,}33 \cdot 10^{12}$/л, 116,67±4,62 г/л и $10{,}77 \pm 2{,}77 \cdot 10^{9}$/л. По нашему мнению, это объясняется тем, что телята этой группы дополнительно получили биотехнологическую добавку в первые дни после рождения.

С возрастом в крови животных повышалось количество эритроцитов, гемоглобина и лейкоцитов. Однако уровень изменений зависел от группы телят.

В I и III группах тёлочек, не получавших добавку, количество эритроцитов варьировало от 5,98±0,78 до $5{,}97 \pm 0{,}91 \cdot 10^{12}$/л, гемоглобина – от 101,0±3,60 до 104,67±2,01 г/л, лейкоцитов – от 9,20±1,65 до $9{,}10 \pm 0{,}30 \cdot 10^{9}$/л. Следовательно, животные имели практически одинаковую выраженность дыхательной функции крови и состояние общей резистентности организма. В III группе произошло снижение количества эритроцитов и гемоглобина в 6-месячном возрасте, однако разница внутри группы была недостоверна.

Во II группе биотехнологическая добавка способствовала увеличению количества эритроцитов до 6,99±0,97, гемоглобина – до 116,0±6,56 г/л и лейкоцитов – до 10,53±1,61·10^9/л. Аналогичные изменения были отмечены в IV группе, в которой уровень эритроцитов повысился до 8,26±0,64·10^{12}/л, гемоглобина – до 119,67±6,81 г/л и лейкоцитов – до 11,73±2,03·10^9/л.

В таблице 2 представлены данные о показателях клеточного иммунитета и неспецифической резистентности у телят в 3 и 6 месяцев.

Таблица 2. **Иммунологические показатели крови** телят **(X±Sx; n=5)**

Показатель	**Группа**			
	I	**II**	**III**	**IV**
	3 месяца			
Лейкоциты, 10^9л	7,97±0,56	8,82±1,09	8,03±2,26	10,77±2,73*
Лимфоциты, %	69,3±4,15	71,8±3,24	73,3±2,86	74,4±3,36
Т-лимфоциты, %	57,7±7,86	69,9±10,31	70,7±8,72	72,8±5,16
В-лимфоциты, %	27,9±2,16	29,8±3,24	29,4±2,86	29,9±3,06
Общий белок, г/л	53,8±1,93	51,6±1,87	52,8±1,72	52,7±1,91
ЛАСК, ед/л	26,7±3,73	29,7±3,16	29,8±2,98	30,3±3,36
БАСК, %	36,3±1,29	42,9±1,56*	46,3±1,48**	48,7±1,38**
ФА, %	19,6±2,71	23,7±2,37	24,5±2,78	25,1±3,01*
	6 месяцев			
Лейкоциты, 10^9л	9,20±1,65	10,53±1,61	9,40±0,31	11,73±2,03
Лимфоциты, %	68,4±3,26	73,8±2,21	74,4±2,65	74,3±3,17
Т-лимфоциты, %	52,8±5,28	59,7±4,18	58,3±5,26	59,4±6,65
В-лимфоциты, %	25,3±1,87	26,7±1,92	26,8±2,12	26,2±1,96
Общий белок, г/л	82,2±1,34	85,8±1,46	82,6±1,79	86,2±1,91*
ЛАСК, ед/л	33,28±5,36	37,15±4,87	36,29±6,12	38,73±5,23
БАСК, %	56,3±3,87	70,3±3,15*	68,7±2,91*	71,8±2,18*
ФА, %	23,7±2,36	28,6±2,76*	27,7±2,51	28,8±2,49*

Здесь и далее: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001

При изучении иммунологических показателей у телят в возрасте 3 и 6 месяцев установили, что самые низкие данные как клеточного иммунитета, так и естественной резистентности были в крови телят I группы (контрольная). Эти телята выращивались в хозяйстве по принятой технологии, ни их матерям, ни им самим не задавался биотехнологический препарат Альбит-Био. Первый иммунитет после рождения они получили от матерей при выпойке им молозива в первые 1,5 часа после рождения и далее – согласно схеме выпойки. В группах телят, где либо матери, либо сами телята получали биотехнологическую добавку Альбит-Био, показатели клеточного иммунитета и естественной резистентности были выше. Самые высокие отмечены у телят IV группы, где и матери, и сами телята получали препарат. Практически по всем показателям клеточного иммунитета и естественной резистентности наблюдается положительная тенденция в пользу опытных групп, а по содержанию лейкоцитов достоверная разница при P≤0,05 – в пользу IV опытной группы. По БАСК телята всех опытных групп достоверно превосходили телят из контрольной группы (P≤0,05-P≤0,01). Отмечено превосходство тёлочек IV группы над контрольными по фагоцитарной активности (P≤0,05).

Телята II группы в первые дни после рождения и в 3 месяца получили добавку Альбит-Био, что привело к повышению количества лейкоцитов на 10,85·10^9л (3 месяца) и 0,73·10^9л (6 месяцев); лимфоцитов, в том числе Т- и В-лимфоцитов – на 2,5; 12,2; 1,9 % и 5,4; 6,9; 1,4 %, а также бактериальной и лизоцимной активности сыворотки крови на 6,6 %; 3,0 ед/л и 14 %; 3,87 ед/л. В сравнении с I группой у них была выше фагоцитарная активность.

В III группе, телята которой рождены от коров, получивших в сухостойный период препарат Альбит-Био, уступали своим сверстникам из II и IV групп, но превосходили по показателям клеточного иммунитета и неспецифической резистентности телят I (контрольной) группы как в 3, так и в 6 месяцев. У них относительно I группы было больше лейкоцитов на $0{,}20 \cdot 10^9$л в 6 месяцев и на $0{,}06 \cdot 10^9$л – в 3 месяца; больше лимфоцитов на 4,0 % (относительно I группы) и на 1,5 % (относительно II) – в 3 месяца, а так же на 6,0 % и на 0,6 % – в 6 месяцев. В 3 месяца в крови у телят III группы было больше Т-лимфоцитов, чем в I и II группах, тогда как в 6 месяцев по этому показателю они превосходили только телят I группы. У телят III группы в 3 месяца был высокий показатель бактерицидной активности сыворотки крови 46,3±1,48 %, лизоцимной активности – 29,8±2,98 % и фагоцитарной активности – 24,5±2,78 %, чем в крови телят I и II групп. В 6 месяцев они по этим показателям несколько уступали телятам II группы, но превосходили сверстников из I (контрольной группы).

Обсуждение полученных результатов.

В результате проведённых исследований было установлено положительное влияние применения биотехнологического препарата Альбит-Био для коров в сухостойный период и телят в первые дни жизни и в 3-месячном возрасте. Использование добавки Альбит-Био в молочный период активизировало дыхательную функцию крови у телят и повысило общую реактивность организма, о чём свидетельствует повышение содержания количества эритроцитов и гемоглобина в крови телят, что согласуется с исследованиями О.С. Бодровой, И.М. Донник [1].

Добавка Альбит-Био телятам II группы, которые первый раз её получили в первые дни жизни, а затем в 3 месяца, стимулировала повышение иммунитета в профилакторный период, наращивая клеточный иммунитет с возрастом. Телята III группы подверглись воздействию препарата в утробный период (последний триместр стельности – сухостойный период), и он продолжал действовать на организм телёнка уже после рождения, что объясняется, по нашему мнению, пролонгированным действием препарата, воздействием его на плод в период внутриутробного развития и получения молозива с более высокой биологической ценностью. По нашему мнению, проявился эффект стимуляции естественных защитных сил организма на биохимическом уровне за счёт оптимального соотношения селена, йода и комплекса сопутствующих микроэлементов – магния, кальция, железа, цинка, марганца, меди, кобальта и бора на основе автолизата биомассы почвенного сапрофитного гриба Cephaliophora tropica D3. Поступление этих элементов в необходимых количествах и соотношениях в организм животного является обязательным условием для усвоения им селена и йода, нормального функционирования антиоксидантных ферментных систем в печени и плазме крови, работы ключевого фермента йодного обмена – трийодтироиндеиодиназы и иммунных процессов [2]. С возрастом воздействие препарата на иммунный статус организма телят снижалось, хотя показатели клеточного иммунитета и неспецифической резистентности оставались достаточно высокими.

Самые высокие показатели клеточного иммунитета во все возрастные периоды отмечены у телят IV группы, которые получали двойное (сочетанное) воздействие препарата на организм, а именно в утробный период развития, после рождения в первые дня жизни с молозивом и в 3 месяца. Это позволило уже в первые 10 дней преодолеть иммунодефицит и повысить их иммунитет, естественную резистентность организма, эффект сохранился и до 6-месячного возраста. В крови этих телят были лучшие показатели клеточного иммунитета – относительное содержание Т- и В-лимфоцитов и их соотношение, а также неспецифической резистентности – ЛАСК, БАСК и ФА.

Положительные результаты применения препаратов подобного типа, а именно достим, мастим, гермавит и т. д., телятам были получены рядом учёных [1, 2, 10].

Выводы.

1. Применение биотехнологического препарата Альбит-Био позволяет снизить иммунодефицит телят и повысить естественную резистентность организма с первых дней жизни. Что подтверждается повышением содержания в крови в 3- и 6-месячном возрасте лейкоцитов на $0{,}85 \cdot 10^9$/л

и $0,73 \cdot 10^9$л, лимфоцитов – на 2,5 и 5,4 %, в т. ч. по Т- и В-лимфоцитов – на 12,2; 1,9 % и 6,9; 1,4 %, а также бактериальной и лизоцимной активности сыворотки крови на 6,6 %; 3,0 ед/л и 14 %; 3,87 ед/л (II группа).

2. Больший эффект достигается при даче его в сухостойный период матерям и телятам в первые дни жизни, это позволяет повысить количество лимфоцитов, в т. ч. Т-лимфоцитов, В-лимфоцитов на 7,0; 26,2 и 7,2 %; показатели ЛАСК, БАСК и ФА на 13,5; 34,0 и 28,1 % соответственно по сравнению с контрольной группой, не получавшей препарат.

3. Для снижения иммунодефицита телят следует применять биотехнологической препарат Альбит-Био как для матерей, так и для телят. Сухостойным коровам – 5 дней в начале сухостойного периода в количестве 40 мл на животное. Телятам:

- в течение 7 дней после рождения, начиная со 2-го дня в смеси с молозивом, по 5 мл на животное;
- в течение 3 дней в 3-месячном возрасте по 10 мл на животное, в смеси с ЗЦМ.

Литература

1. Бодрова О.С., Донник И.М. Применение иммуномодулирующих препаратов достим и мастим сухостойным коровам с выраженным иммунодефицитным состоянием // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2016. № 2. С. 48-59.

2. Пути повышения резистентности у телят / И.М. Донник, И.А. Шкуратова, Г.М. Топурия, Л.Ю. Топурия / Актуальные проблемы сохранения и развития биологических ресурсов: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург: УрГАУ, 2015. С. 88-91.

3. Влияние гувитана-С на содержание иммунокомпетентных клеток в крови свиней / И.В. Донник, И.А. Шкуратова, Г.М. Топурия, Л.Ю. Топурия, М.В. Даниленко // Аграрный вестник Урала. 2015. № 7(137). С. 29-31.

4. Эколого-биологические особенности крупного рогатого скота в условиях техногенеза / И.А. Шкуратова, И.М. Донник, А.Г. Исаева, А.С. Кривоногова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 366-369.

5. Лейкоз крупного рогатого скота в курганской области, анализ ситуации и причины распространения / И.М. Донник, А.Т. Татарчук, Л.В. Халтурина, М.В. Петропавловский, А.Т. Иванов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 39-42.

6. Gorelik A.S., Gorelik O.V., Kharlap S.Y. Lactation performance of cows, quality of colostral milk and calves' livability when applying «albit-bio» // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Т. 2. № 1. С. 5-12.

7. The effectiveness of dietary supplements Ferrourtikavit usage for the dairy cows / O.V. Gorelik, I.A. Dolmatova, A.S. Gorelik, V.S. Gorelik // Advances in Agricultural and Biological Sciences. 2016. Т. 2. № 2. С. 27-33.

8. Донник И.М. Неверова О.П., Горелик О.В. Качество молозива и сохранность телят в условиях использования природных энтеросорбентов // Аграрный вестник Урала. 2016. № 7(149). С. 4-8.

9. Результативность комплексных мероприятий борьбы с лейкозом крупного рогатого скота на Среднем Урале / И.М. Донник, И.А. Шкуратова, А.Т. Татарчук, А.В. Лысов, М.В. Петропавловский, В.А. Краснопёров // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 42-46.

10. Влияние гермивита на минеральный обмен у молодняка крупного рогатого скота / И.М. Донник, И.А. Шкуратова, Л.Ю. Топурия, В.В. Пирогов, М.Б. Ребезов, Г.М. Топурия // Ветеринария Кубани. 2015. № 1. С. 13-15.

11. Донник И.М., Петропавловский М.В. Качественная характеристика молозива здорового и инфицированного вирусом лейкоза поголовья коров // Ветеринария Кубани. 2015. № 4. С. 15-16.

12. Потёмкина Е.Е., Позднякова Р.З., Манукян Л.М. Пособие по лабораторной клинической иммунологии: с курсом практ. занятий. М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2003. 283 с.

Горелик Артём Сергеевич, аспирант ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», 460100, г. Троицк, ул. Гагарина, 13, тел.: 8-922-130-98-21, e-mail: temae077ex@mail.ru

Горелик Ольга Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 460075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел.:8-922-130-95-90, e-mail: olgao205en@yandex.ru

Лиходеевская Оксана Евгеньевна, кандидат биологических наук, доцент ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 460075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел.:8-908-632-26-58, e-mail: lixodeevskaya@mail.ru

Поступила в редакцию 20 августа 2018 года

UDC 636.083.37:591.11

Gorelik Artem Sergeevich[1], Gorelik Olga Vasilievna[2], Likhodeevskaya Oksana Evgenievna[2]

[1] *FSBEI HE «South Ural State Agrarian University»,* e-mail: temae077ex@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Ural State Agrarian University»,* e-mail: olgao205en@yandex.ru

Change in morphological and immunological parameters of calves blood when using Albit-Bio

Summary. An important achievement of biology is the use of various biologically active substances to restore or correct processes of vital activity in animals' body, namely cows and calves. The purpose of this study was to research age-related features of morphological composition and immunological parameters of blood, young of Black-and-White breed in early postnatal ontogenesis and providing reasons for its correction by using Albit-Bio supplement in the diet of dry cows and calves. In the course studies it was established that the use of bio-technological supplement Albit-Bio for dry cows and calves in the first days after birth and at 3 months age led to an increase in red blood cells and hemoglobin which indicates a higher level of respiratory function of the body. When studying immunological indices in calves it was found that blood of the calves of Group I (control) had lowest indices of both cellular immunity and natural resistance. In groups of calves where either mothers or calves themselves received biotechnological Albit-Bio, supplement indices were higher. Thus Group II of calves received supplement in first days of life and again at 3 months age; Group III was exposed by supplement through the mother's organism in the uterine period of development and the Group IV of calves was from cows that received supplement in the dry period, and then they directly in the first days of life and at 3 months age. The highest indices were observed in calves of the Group IV where mothers and calves received the supplement, respectively, at 3 months age, they were as follows: lymphocytes – 74.4±3.36 %; T-lymphocytes – 72,8±5,16 %; B-lymphocytes – 29.9±3.06 %; lysozyme activity – 30.3±3.36 units/l; bactericidal activity – 48.7±1.38 %; FA – 25,1±3,01 % and were higher by 7,0 %; 26.2 %; 7.2 %; 13.5 %; 34.0 % and 28.1 %, respectively, compared with Group I (control), while maintaining a positive trend and at 6 months age.

Key words: cows, calves, feeding, biological supplement, Albit-Bio, postnatal period, blood, morphological and immunological parameters.

УДК 636.085

Влияние жиросодержащей добавки Палматрикс на процессы рубцового пищеварения бычков и эффективность использования ими питательных веществ рациона

Ю.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов, М.М. Поберухин
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В ходе исследования был проведён сравнительный анализ влияния изучаемых доз жиросодержащей добавки Палматрикс на переваримость сухой массы кормов in situ, основные показатели микробной ферментации корма и биомассу микроорганизмов рубца бычков через 3 часа после кормления. Исследования были выполнены на бычках красной степной породы в возрасте 12 месяцев, из которых по принципу аналогов подобрано четыре группы – контрольная и три опытных. Животные контрольной группы в течение всего эксперимента содержались на основном рационе, а молодняку I опытной группы в составе основного рациона скармливали жиросодержащую добавку Палматрикс в количестве 300 г, II соответственно – 400 г и III – 500 г на голову сутки. В ходе эксперимента установлено, что при скармливании бычкам добавки в дозе 400 г/гол. в сутки переваримость сухого вещества была выше по сравнению с контролем, I и II опытными группами соответственно на 9,28 %, 5,68 и 2,24 %. В рубцовой жидкости животных II группы, взятой через 3 ч после кормления, биомасса бактерий и простейших была выше, чем у сверстников из I и III групп соответственно на 0,076 г (28,04 %) и 0,032 г (11,80 %); 0,017 г (11,56 %) и 0,011 г (7,48 %).

Ключевые слова: бычки, кормление бычков, жировая добавка, рубец, Палматрикс, переваримость in situ, биомасса.

Введение.

На основании многочисленных исследований накоплен большой экспериментальный материал, выявляющий взаимосвязь между составом рациона и соотношением продуктов рубцовой ферментации, которые, в свою очередь, играют решающую роль в течение процессов обмена веществ, отражаются на продуктивности и здоровье животных [1-6].

Наши исследования показали, что содержание в составе рациона различного количества жира, обладающего низкой расщепляемостью в рубце, оказывает значительное влияние на показатели рубцового пищеварения и его формирование у растущих животных.

Наукой доказано, что за счёт ферментов микрофлоры рубца удовлетворяется до 80 % потребности жвачных в энергии, 30-50 % – в белке, в значительной мере – в макро- и микроэлементах и витаминах, переваривается от 50 до 70 % сырой клетчатки рациона [7, 8].

В преджелудках жвачных развиваются в основном анаэробные микроорганизмы: простейшие (инфузории) и бактерии.

Бактерии рубца играют важную роль в метаболизме жира. Отмечено, что в кишечник поступает липидов больше, чем их содержится в корме. Это объясняется тем, что значительная часть липидов, поступающих в кишечник, приходится на липиды микроорганизмов, роль которых в гидрогенезации ненасыщенных жирных кислот, гидролизе липидов и их синтезе из нелипидных компонентов весьма велика.

Под действием бактериальных липаз жиры растений гидролизуются, при этом освобождаются ненасыщенные жирные кислоты, которые гидрогенизируются. При низкой скорости липолиза снижается интенсивность гидрогенезации [9, 10].

Цель исследования.

Изучение влияния различных доз жиросодержащей добавки Палматрикс на процессы рубцового пищеварения бычков и эффективность использования ими питательных веществ рациона.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки красной степной породы в возрасте 12 месяцев.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для проведения исследований были подобраны 12 бычков, разводимых в условиях Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области. Из них по принципу аналогов подобрано четыре группы – контрольная и три опытных, по три животных в каждой, которым по методу А.А. Алиева были наложены фистулы рубца.

Содержание и основной рацион кормления молодняка всех подопытных групп были идентичными. Отличие состояло в том, что животные контрольной группы в течение всего эксперимента содержались на основном рационе: сено злаковое, силос кукурузный, ячмень дроблёный, патока кормовая, премикс. Молодняку I опытной группы в составе основного рациона скармливали жиросодержащую добавку Палматрикс в количестве 300 г, II соответственно – 400 г и III – 500 г на голову в сутки.

С целью изучения факторов, влияющих на рубцовое пищеварение, были проведены исследования состава рубцовой жидкости продолжительностью 14 дней. Для этого у фистульных животных через 3 часа после кормления брали пробы (300 мл) рубцового содержимого, которые фильтровали через 4 слоя марли, и в жидкой части определяли pH. Количество микробиальной массы – методом дифференцированного центрифугирования.

Для изучения переваримости сухого вещества микрорациона in situ в нейлоновые мешочки закладывали навеску набора кормов, по составу аналогичную рациону, получаемому животными. Процентная доля каждого корма в общей массе вещества рациона находилась по формуле:

$$A = \frac{m}{M} x100,$$

где A – процентная доля корма, %;

m – масса сухого вещества корма в суточной даче набора кормов, кг;

M – масса сухого вещества суточного рациона, кг.

Оборудование и технические средства. Исследования были выполнены в условиях Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Центрифуга MiniSpin («Merck KGaA», Германия), весы лабораторные электронные MB 210-A (ЗАО «Сартогосм», Россия), pH-метр pH-150МИ (ООО «Измерительная техника», Россия), сушильный шкаф ШС-80-01 200 (ООО «ГостТестКомплектация», Россия).

Статистическая обработка. Результаты, полученные в исследовании, обработаны методом вариационной статистики с использованием критерия достоверности по Стьюденту (t-критерий) с использованием пакета прикладных программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

В результате изучения влияния жировой добавки Палматрикс на переваримость сухого вещества микрорациона установлены межгрупповые различия (рис. 1).

Так, при скармливании бычкам добавки в дозе 400 г переваримость сухого вещества была выше по сравнению с контролем, I и III опытными группами соответственно на 9,28 %, 5,68 и 2,24 %.

Животные I и III опытных групп, получавшие совместно с основным рационом Палматрикс, также отличались от контрольной группы лучшей переваримостью микрорациона соответственно на 3,6 и 7,04 %.

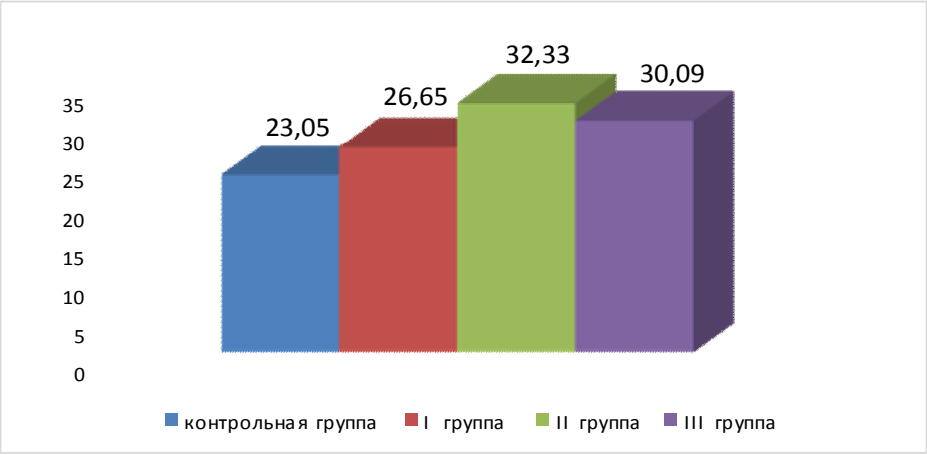

Рис. 1 – Переваримость сухой массы кормов in situ, %

Результаты наших исследований показали, что введение жировой добавки в рацион оказывает заметное влияние на интенсивность микробиологических процессов (рис. 2).

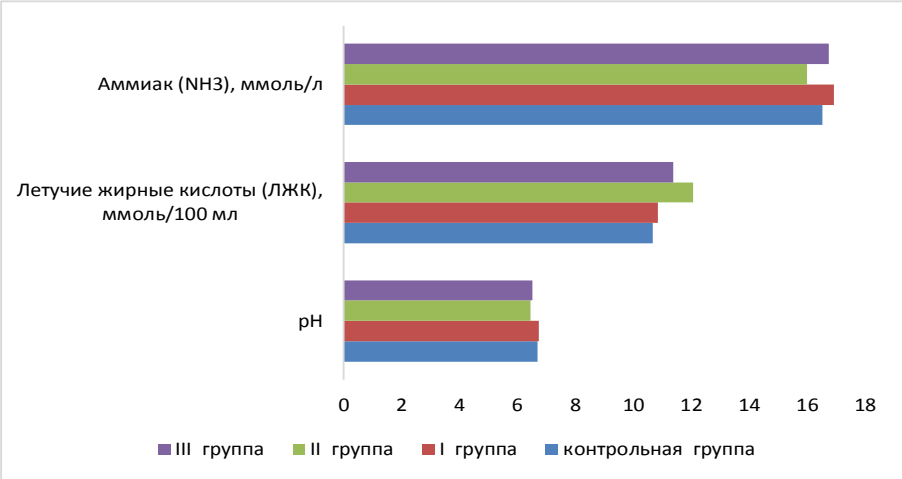

Рис. 2 – Основные показатели микробной ферментации корма через 3 часа после кормления

Из представленных на рисунке данных следует, что несколько пониженный показатель pH во II группе оказался в результате повышения уровня ЛЖК в рубцовой жидкости и составил 12,06 ммоль/100 мл, что выше аналогичного значения в контроле на 13,03 %. Содержание ЛЖК в рубцовой жидкости бычков из I и III групп также было выше на 1,68 и 6,56 % по сравнению с контрольной группой. Через 3 часа после кормления концентрация аммиака в рубце бычков II группы была ниже на 3,21 %, чем в контроле.

Содержание нормофлоры в рубцовой жидкости бычков всех групп также находилось в пределах физиологической нормы. Бычки, получавшие жиросодержащую добавку в оптимальной дозе (400 г), имели низкое содержание условно патогенной микрофлоры в рубце.

Разница по величине биомассы бактерий в группах с разной дозой жиросодержащей добавки составила 0,032-0,076 г, простейших – 0,017-0,023 г (табл. 1).

Содержание бактерий и простейших в пробе рубцовой жидкости от животных II опытной группы было выше на 0,132 и 0,024 г ($P \leq 0,05$) по сравнению с аналогами из контрольной группы.

Таблица 1. **Биомасса микроорганизмов рубца бычков через 3 часа после кормления, г/1,5 мл**

Группа	Биомасса	
	бактерии	простейшие
Контрольная	0,139±0,18	0,123±0,15
I	0,195±0,22	0,130±0,20
II	0,271±0,12	0,147±0,09*
III	0,239±0,25	0,136±0,12

Примечание: * – P≤0,05

В рубцовой жидкости животных II группы, взятой через 3 ч после кормления, биомасса бактерий и простейших была соответственно на 0,076 г (28,04 %) и 0,032 г (11,80 %), 0,017 г (11,56 %) и 0,011 г (7,48 %) выше, чем у сверстников из I и III групп.

Обсуждение полученных результатов.

Содержание ЛЖК в рубцовой жидкости бычков из II группы было на 13,03 % выше аналогичного показателя сверстников из контроля. В своих исследованиях авторами было установлено, что всосавшиеся ЛЖК используются организмом жвачных в качестве главного источника энергии и как исходные компоненты в различных ассимиляторных процессах: они служат одним из источников образования жира [11, 12].

В рубце находится много различных видов бактерий и простейших, являющихся частью нормофлоры рубца. В нашем опыте мы отмечали наибольшее количество бактерий и простейших во II группе, получавшей жиросодержащую добавку в дозе 400 г/гол. в сутки, что выше на 0,132 и 0,024 г по сравнению с контролем. Известно, что численность бактерий, находящихся в рубце, в течение дня изменяется прямо пропорционально количеству энергии, доступной для микробов, которая, в свою очередь, прямо пропорциональна количеству энергии, полученной через корма [12].

Выводы.

Таким образом, скармливание бычкам жировой добавки Палматрикс в оптимальной дозе 400 г/сут в составе основного рациона приводит к повышению интенсивности микробиологических процессов в рубце и лучшему перевариванию сухого вещества рациона на 9,28 %.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0001)

Литература

1. Изучение пищеварения у жвачных: метод. указания / Н.В. Курилов, Н.А. Севастьянова, В.Н. Коршунов и др. Боровск, 1979. 140 с.

2. Влияние пробиотической кормовой добавки Биодарин на рост и развитие тёлок симментальской породы / В.Г. Литовченко, С.С. Жаймышева, В.И. Косилов, Д.С. Вильвер, Б.С. Нуржанов // АПК России. 2017. Т. 24. № 2. С. 391-396.

3. Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Рязанов В.А. Особенности липидного обмена в рубце при использовании жиросодержащих нутриентов с различной распадаемостью // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 74-78.

4. Результаты исследований по переваримости in vitro и in situ создаваемых кормовых добавок / Г.К. Дускаев, Г.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, А.Ф. Рысаев, А.Г. Мещеряков // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 126-131.

5. Эффективность «защищённого» жира в рационах животных / С.А. Мирошников, А.И. Гречушкин, А.М. Мирошников, С.В. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 2. С. 47-49.

6. Алиев А.А. Методы биохимического анализа: справ. пособие. Боровск: Изд-во ВНИИФБиП, 1997. 356 с.

7. Serum fatty acids, biochemical indices and antioxidant status in goats fed canola oil and palm oil blend / Kazeem D. Adeyemi, Azad B. Sabow, Zeiad A. Aghwan, Mahdi Ebrahimi, Anjas A. Samsudin, Abdul R. Alimon, Awis Q. Sazili // Journal of Animal Science and Technology. 2016. 58. 6. Published online. 2016. Feb 8. doi: 10.1186/s40781-016-0088-2.

8. Эффективность производства продукции животноводства при использовании жиросодержащей добавки в составе рационов бычков, приготовленных по разной технологии / С.А. Мирошников, Ю.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 79-82.

9. Дускаев Г.К. Научно-практическое обоснование новых подходов к регуляции обмена веществ в организме молодняка крупного рогатого скота и повышению эффективности использования кормов при производстве говядины: дис. … д-ра биол. наук. Оренбург, 2009. 47 с.

10. Effect of fat supplementation on leptin, insulin-like growth factor I, growth hormone, and insulin in cattle / Damasia Becú-Villalobos, Isabel García-Tornadú, Guillermo Shroeder, Eloy E. Salado, Gerardo Gagliostro, Carole Delavaud, Yves Chilliard, Isabel M. Lacau-Mengido // Canadian Journal of Veterinary Research. 2007. Jul. 71(3): 218-225.

11. Grant R.J., Colenbrander V.F., Mertens D.R. Milk fat depression in dairy cows: Role of silage particle size // Journal of Dairy Science. 1990. 73. 1834-1842.

12. A comparison of supplemental calcium soap of palm fatty acids versus tallow in a corn-based finishing diet for feedlot steers / M. Warner Crystal, Sahng-Wook Hahm, L. Archibeque Shawn, J. Wagner John, E. Engle Terry, N. Roman-Muniz Ivette, Woerner Dale, Sponsler Mark, Han Hyungchul // Journal of Animal Science of Technology. 2015. 57. 25. Published online. 2015. Jun 15. doi: 10.1186/s40781-015-0053-5

Левахин Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Нуржанов Баер Серекпаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

Рязанов Виталий Александрович, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru, vita7456@yandex.ru

Поберухин Михаил Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78

Поступила в редакцию 3 сентября 2018 года

UDC 636.085

Levakhin Yury Ivanovich, Nurzhanov Baer Serekpaevich, Ryazanov Vitaly Aleksandrovich, Poberukhin Mikhail Mikhaylovich

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: vniims.or@mail.ru

Effect of fat-containing Palmatrix supplement on bulls ruminal digestion and effectiveness of diet nutrients

Summary. In the course of study a comparative analysis of effect of fat-containing supplement Palmatrix in the studied doses on in situ digestibility of feed dry weight, main indicators of feed microbial fermentation and microorganisms biomass in bulls in 3 hours after feeding. Studies were performed on Red Steppe bulls at the age of 12 months, of which, according to the principle of analogs, four groups were selected: control group and three test groups. Animals of the control group were kept on the main diet throughout the experiment, and Palmatrix fat-containing supplement in amount of 300 g was fed to the young stock of test Group I in the main diet, respectively, to Group II – 400 g, respectively, and to Group III – 500 g per head daily. During experiment it was found that when feeding bulls supplement in a dose of 400 g/head per day digestibility of dry matter was higher in comparison with the control, test Group I and Group II, respectively, by 9.28 %, 5.68 and 2.24 %. Biomass of bacteria and protozoa in the ruminal fluid of Group II animals taken 3 hours after feeding was higher than in peers from Groups I and III by 0.076 g (28.04 %) and 0.032 g (11.80 %), respectively; 0.017 g (11.56 %) and 0.011 g (7.48 %).

Key words: bulls, bulls feeding, fat supplement, rumen, Palmatrix, in situ digestibility, biomass.

УДК 636.085.53:636.085.25

Влияние кавитационной обработки концентрированных кормов на поступление и переваримость питательных веществ рациона при выращивании молодняка крупного рогатого скота

Н.М. Ширнина[1], Б.Х. Галиев[1], К.Ш. Картекенов[1], И.С. Мирошников[1], В.И. Корнейченко[1], И.А. Рахимжанова[2], А.С. Байков[2]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. Переваримость – возможность организма животного путём воздействия ферментов желудочно-кишечного тракта и микрофлоры расщеплять сложные вещества корма рациона на более простые.

Физиологические исследования, проведённые на молодняке крупного рогатого скота, сравнивали действия рационов, базового (в составе которого были концентраты традиционной подготовки) и двух вариантов, где они полностью были заменены на кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби в смеси с минеральной добавкой.

Исследования показали, что использование технологии кавитационной подготовки к скармливанию концентрированных кормов в смеси с минеральной добавкой способствует некоторому изменению химического состава, это снижение содержания клетчатки в зерносмеси на 35,6 % и 19,4 % – пшеничных отрубях, повышению сахара на 131,0; 18,1 % и крахмала – на 17,3; 4,9 % соответственно.

Установлено более высокое потребление питательных веществ бычками I и II опытных групп по сравнению с базовым вариантом сухого вещества – на 2,3; 21,8 %, органического – на 2,2; 20,7 %, сырого протеина – на 5,1; 24,6 %, сырого жира – на 6,5; 33,2 %, сырой клетчатки – на 0,3; 15,8 % и БЭВ – на 1,2; 19,8 % соответственно.

При этом по количеству переваренных питательных веществ имели преимущество в сравнении со сверстниками из контроля и I опытной группы животные II опытной группы, получавшие в составе рациона кавитированные пшеничные отруби. Более эффективные показатели переваримости питательных веществ по сравнению с контролем, имевшим традиционно приготовленные концентраты в составе рациона, оказались у подопытных бычков I опытной с кавитированной зерносмесью. Всё это свидетельствует о том, что данная технология подготовки кормов воздействует на функциональное состояние органов пищеварения животного, в свою очередь, сказываясь на переваримости питательных веществ рациона.

Ключевые слова: бычки, рационы, химический состав корма, кавитация, зерносмесь, пшеничные отруби, минеральная добавка, переваримость.

Введение.

В животноводстве с целью повышения продуктивного действия рационов изыскиваются всё более эффективные приёмы подготовки кормов к скармливанию.

Известно, что самый трудно перевариваемый компонент питательных веществ корма – это клетчатка. При высоком её содержании идёт увеличение скорости продвижения кормов по пищеварительному тракту, ферменты не успевают расщеплять сложные компоненты пищи до более простых веществ, всасывающихся в организме.

Существенным источником энергии и протеина в рационе сельскохозяйственных животных являются зерно, семена и продукты их переработки, в одном килограмме которых содержится 8,0-13,0 МДЖ ОЭ и 80-400 г переваримого протеина.

В среднем в зерне содержится около 6 % сырой клетчатки, 2-5 % сырого жира, низкое содержание кальция и сравнительно высокое – фосфора. Высокую питательность зерна злаковых обеспечивает значительное количество концентрации легкопереваримых углеводов. Примерно две трети массы зерна приходится на крахмал, который переваривается на 95 %. Специальные способы обработки с использованием температуры и давления повышают переваримость крахмала ещё на одну ступень.

При этом в концентрированных кормах из-за относительно значительного содержания клетчатки, а также других специфических углеводов недостаточно эффективно используются питательные вещества, которые находятся внутри клеточных стенок зерна [1].

На сельскохозяйственных предприятиях зерновые обычно грубо измельчают или плющат. К ним добавляют белковые компоненты и минеральные корма и получают готовые кормовые смеси. Дальнейшая обработка, как правило, не принята.

Возлагается надежда на кавитационную обработку, при которой возможны принципиально новые решения подготовки, основанные на деструкции кормовых средств рационов животных. Напомним, кавитация – это образование разрывов в сплошной жидкости путём понижения давления. Если оно происходит в результате высоких местных скоростей в потоке движущейся капельной жидкости, то кавитация называется гидродинамической, а если из-за прохождения в жидкости акустических волн, то акустической или ультразвуковой.

Положительная особенность обозначенных технологий состоит в том, что обрабатываемый корм в результате определённого физического воздействия (ударные волны, давление, температура) приводит к разрушению оболочки клетки, состоящей из сложной клетчатки и лигнина, освобождая при этом её содержимое. В результате полученный кормовой продукт приобретает влажную консистенцию, наиболее оптимальную для пищеварения животного [2, 3].

При испытании рационов сельскохозяйственных животных, в которые включены кавитированно обработанные корма, установлено улучшение переваримости и усвояемости, происходящих главным образом за счёт увеличения площади взаимодействия с микроорганизмами корма в рубце и пищеварительных энзимов – в нижнем кишечном тракте [4-6].

Помимо вышесказанного возможны другие эффекты: снижение пыльности, гомогенность, которая способствует смешиванию кормов и ведёт к более высокому их потреблению, сокращение антипитательных веществ, замедляющих переваривание, уничтожение патогенных бактерий и т. д. [7-9].

Ввиду малой стоимости продуктов переработки зерновых их использование в животноводстве заведомо снижает себестоимость животноводческой продукции. Однако в большинстве случаев используемые отходы скармливаются, как правило, без предварительной подготовки. При этом зачастую не учитывается действие данных кормовых средств на пищеварение и обмен веществ в организме животных

В этой связи актуальными представляются научные работы, направленные на снижение издержек производства животноводческой продукции, что возможно при максимально полном использовании отходов производств – вторичных сырьевых ресурсов [10, 11].

В настоящее время всё больший интерес учёных вызывает уровень дисперсности минеральных добавок, как одного из значимых факторов, влияющих на полноценность питания животных. Установлено, что по выраженности биологического воздействия более эффективными являются высокодисперсные фракции, нежели в макроскопических или иных других формах [12-16].

Практически во всех основных сферах переработки растительного сырья кормопроизводства показана эффективность применения такой технологии. Несмотря на то, что работы в данной области начаты сравнительно недавно, к настоящему времени достигнуты значительные результаты.

Цель исследования.

Сравнить действия поступления и переваримости питательных веществ испытуемых рационов в организм бычков красной степной породы, выращиваемых на мясо.

Материал и методы исследования.

Объект исследования. Бычки красной степной породы, рационы, кавитированные: зерносмесь, пшеничные отруби, минеральная добавка.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Исследования проведены в 2017-2018 гг. в Покровском сельскохозяйственном колледже-филиале ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области.

Животные для опыта были отобраны по принципу пар-аналогов с учётом происхождения, веса, возраста и разделены на три группы по 10 бычков. Для них были разработаны три варианта рационов силосно-концентратного типа с включением концентрированных кормов, приготовленных по разной технологии. Рационы были составлены с учётом детализированных норм кормления [1].

Схема эксперимента предусматривала следующий характер кормления бычков, используемых в опыте. Основной рацион состоял из набора традиционно приготовленных в хозяйстве кормов (в среднем за период опыта: 1 кг сена суданской травы;1,82 кг сена люцерны; 10,6 кг кукурузного силоса; 0,42 кг подсолнечного жмыха; 3,06 кг зерносмеси традиционно приготовленным способом, обогащённой минеральной добавкой (монокальцийфосфат)). Первый опытный – испытуемый рацион, где в основном рационе зерносмесь была полностью заменена на кавитированную в смеси с минеральной добавкой (монокальцийфосфат). Второй испытуемый рацион – такой же, только зерносмесь заменена на кавитированные пшеничные отруби с минеральной добавкой (монокальцийфосфат).

Физиологические исследования по поступлению и переваримости питательных веществ указанных выше рационов в организме 13-месячных бычков изучали по общепринятому методу балансовых опытов [17].

Использовался метод прямого опыта, который делился на два периода: подготовительный (продолжительностью не менее 10 суток) и опытный, который разделяли на переходный (3 суток) и учётный (7 суток). При проведении балансового опыта численность бычков каждой из трёх групп составляла по 3 головы.

Отбор проб кормов, их остатков, кала и мочи проводился один раз в сутки.

Оборудование и технические средства. Установка УЖК-1000 (ООО ПО «Сиббиофарм», Россия), оборудованная диспергатором-кавитатором, рабочий объем ёмкости – 1000 л, мощность привода рабочего органа – 18 кВт, скорость вращения рабочего органа – 3000 об./мин, масса жидких кормов (одна партия) – 1000 кг, максимальная температура самонагрева корма – +65 °С.

Время готовки одной партии кашеобразного корма 1,5-2,0 часов.

Приготовление кавитированных концентратов, обогащённых минеральной добавкой кашеобразной консистенции, состоит из следующих этапов: залить в бак воду, холодную или нагретую до +35 °С, включить насос; постепенно, струёй, засыпать концентраты с минеральной добавкой; бак закрыть крышкой и продолжать циркуляцию зерновой смеси насосом до достижения температуры +60 °С; отключить насос, смесь выдержать в ёмкости установки не менее 1 часа. Осуществить выгрузку готового кормового продукта.

Химический состав кормов их остатков, кала и мочи определяли по методикам зоотехнического анализа в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). На содержание сухого вещества, сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), сырой клетчатки (ГОСТ 12396.2-91), сырой золы (ГОСТ 26226-95), кальция (ГОСТ 26570-95), фосфора (ГОСТ 26657-97). В моче определяли удельный вес, содержание азота и минеральных веществ.

Весы Армалит 5063 РП-1Ш13С – механические весы для взвешивания животных среднего класса точности, предназначены для взвешивания крупного рогатого скота, свиней, овец и других животных (Россия).

Статистическая обработка. Полученный цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому [18] с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

Таблица 1. **Химический состав и питательность концентрированных кормов до и после кавитационной обработки**

Показатель	Зерносмесь		Пшеничные отруби	
	традиционная	кавитированная	традиционные	кавитированные
Количество, кг	1,0	1,0	1,0	1,0
Сухое вещество, кг	0,893	0,893	0,9	0,9
Кормовые единицы	1,2	1,21	0,78	0,79
Обменная энергия, МДж	11,0	11,1	8,9	8,9
Протеин: сырой, г	130	141	134,1	137,5
переваримый, г	105	105	90	90
Клетчатка, г	40,2	25,9	74,7	60,22
Крахмал, г	350	367	142,0	166,5
Сахар, г	11,6	26,8	34,2	40,4
Сырой жир, г	27,7	31,24	36,9	34,15
Кальций, г	1,6	1,6	2,3	2,4
Фосфор, г	3,4	3,4	8,61	8,70
Сера, г	1,3	1,3	1,9	1,9
Йод, мг	0,15	0,15	1,7	1,7
Кобальт, мг	0,16	0,17	0,11	0,11
Медь, мг	4,0	4,2	10,3	10,4
Цинк, мг	25,9	26,1	75	75
Марганец, мг	25	25	110	110
Железо, мг	50	50	160	160
Каротина, мг	-	-	-	-
Витамина, Е, мг	40	40	20	20
Витамина, Д, мг	-	-	-	-

Сравнительный анализ цифрового материала показал, что по питательности кавитированные концентраты по сравнению с традиционно приготовленными были равноценными. Что касается химического состава, мы видим некоторые различия. Так, содержание клетчатки в кавитированной зерносмеси стало на 14,3 г (35,6 %) меньше. В пшеничных отрубях этот показатель снизился на 14,5 г (19,4 %). При этом увеличение крахмала и сахара после кавитации зерносмеси и пшеничных отрубей составило 17,0 г (4,9 %) и 24,5 г (17,3 %); 15,2 г (131,0 %) и 6,2 г (18,1 %) соответственно. Минеральный состав испытуемых концентратов по сравнению с традиционно приготовленными практически не изменился.

Первым этапом обмена веществ между животным организмом и внешней средой является подготовка питательных веществ к всасыванию – перевариванию корма. Известно, что корма, скармливаемые животным, при любом химическом составе могут иметь разную переваримость питательных веществ, что в конечном итоге определяет их продуктивную ценность.

На основании проведённого балансового опыта установлено фактическое потребление основных питательных веществ рационов подопытными животными. Так, бычки, получавшие в рационе кавитированные зерносмесь и отруби в смеси с минеральной добавкой, превосходили сверстников из контроля по потреблению сухого вещества на 179,2-1693,6 г (2,3-21,8 %); органического – на 164,2-1528,3 г (2,2-20.7 %); сырого протеина – на 55,9-270,4 (5,1-24,6 %); сырого жира – на 15,9-81,3 (6,5-33,2 %); сырой клетчатки – на 4,6-225,8 (0,32-15,82 %) и БЭВ – на 54,4-917,5 г (1,2-19,8 %).

Среди опытных групп более высоким потреблением питательных веществ характеризовались бычки II опытной группы, получавшие в рационе кавитированные пшеничные отруби. В этой группе потребление сухого вещества было выше по сравнению с I опытной группой на 1514,4 г (19,0 %), органического – на 1364,10 г (18,1 %), сырого протеина – на 214,5 г (18,5 %), сырого жира – на 65,4 г (25,1 %),сырой клетчатки – на 221,2 г (15,4 %).

Данные по переваримости основных питательных веществ испытуемых рационов животными представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Переваримость питательных веществ рационов у подопытных бычков, г**

Показатель	Принято	Выделено с калом	Переварено
Контрольная группа			
Сухое вещество	7786,98	2908,44	4878,54
Органическое вещество	7383,49	2595,30	4788,19
Сырой протеин	1101,36	450,46	650,90
Сырой жир	244,78	87,14	157,64
Сырая клетчатка	1427,53	696,63	730,90
БЭВ	4643,15	1394,4	3248,7
I опытная группа			
Сухое вещество	7966,20	2652,75	5313,45
Органическое вещество	7547,66	2358,64	5189,02
Сырой протеин	1157,26	427,03	730,23
Сырой жир	260,68	81,33	179,35
Сырая клетчатка	1432,15	648,76	783,39
БЭВ	4697,57	1201,52	3496,05
II опытная группа			
Сухое вещество	9480,61	3071,72	6408,89
Органическое вещество	8911,76	2691,35	6220,41
Сырой протеин	1371,71	491,07	880,64
Сырой жир	326,07	97,49	228,58
Сырая клетчатка	1653,31	729,11	924,2
БЭВ	5560,67	1373,68	4186,99

Из цифрового материала таблицы следует, что животные II опытной группы имели преимущество в сравнении со сверстниками из контроля и I опытной группы по количеству переваренных питательны веществ. Так, они переварили больше сухого вещества на 1095,4-1530,4 г (20,6-31,4 %), органического – на 1031,4-1432,2 г (19,9-29,9 %), сырого протеина – на 150,4-229,7 г (20,6-35,3 %), сырого жира – на 49,2-70,9 г (27,5-45,0 %), сырой клетчатки – на 140,8-193,3 г (18,0-26,5 %) и БЭВ – на 690,9-938,2 г (19,8-258,9 %). Более эффективные показатели переваримости питательных веществ по сравнению с контролем были и у подопытных бычков I опытной группы.

Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов рассчитывались путём отношения количества питательных веществ переваренных животными к количеству питательных веществ, принятых в течение суток (табл. 3).

Таблица 3. **Коэффициенты переваримости питательных веществ рационов у подопытных бычков, %**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Вещество: сухое	62,65±0,27	66,70±0,46**	67,60±0,35**
органическое	64,85±0,41	68,75±0,61*	69,80±0,25*
Сырой протеин	59,10±0,61	63,10±0,58*	64,20±1,15*
Сырой жир	64,40±3,01	68,80±2,22	70,10±0,21
Сырая клетчатка	51,20±0,81	54,70±3,92	55,90±1,94
БЭВ	69,97±1,11	74,42±0,44*	75,30±1,41*

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,01, *** – P<0,001 по сравнению с контрольной группой

Из таблицы 3 следует, что подопытные животные, получавшие в составе рациона кавитированные концентрированные корма, лучше переваривали сухое вещество на 4,05-4,95 % (P<0,01), органическое – на 3,90-4,95 % (P<0,05), сырой протеин – на 4,0-5,1, сырой жир – на 4,40-5,70 %, сырую клетчатку – на 3,50-4,70 % и БЭВ – на 4,45-5,33 % (P<0,05).

Следует отметить, подопытные бычки II опытной группы имели более высокие показатели по коэффициентам переваримости основных питательных веществ рациона. В этой группе превосходство над сверстниками I опытной составляло по сухому веществу на 0,90 %, по органическому – на 1,05 %, по сырому протеину – на 1,10 %, по сырому жиру – на 1,30 %, по сырой клетчатке – на 1,20 % и по БЭВ – на 0,88 %.

Таким образом, скармливание в составе рациона концентрированных кормов в смеси с минеральной добавкой, подвергнутых технологии кавитирования, позволило повысить потребление основных питательных веществ подопытными бычками и улучшить переваримость отдельных компонентов корма.

Обсуждение полученных результатов.

Кавитационное воздействие на обрабатываемую среду является одним из результативных методов интенсификации акустических, гидродинамических и массообменных процессов в жидкостях, деструкции веществ и т. д. [18-21].

Следует заметить, доступные на рынке ультразвуковые кавитационные реакторы не располагают подходящей производительностью при использовании их для переработки больших объёмов кормов в животноводстве, несмотря на полученные в лабораторных и в производственных экспериментах позитивные результаты [22].

Учитывая новый подход к теории кавитации в роторных машинах, высказано предположение, что гидродинамическая кавитация может быть альтернативой акустической кавитации, где обработке подвергаются большие объёмы продукта [23].

Положительный опыт использования гидродинамической или паровой кавитации подготовки кормов с применением кавитационного диспергатора УЖК-1000 отмечен в крестьянском фермерском хозяйстве «Щепилова С.В.» [24].

Ранее нами были проведены лабораторные исследования ультразвукового или акустического кавитационного воздействия на различные концентрированные корма, зоотехнический анализ которых показал увеличение количества легкоусвояемых углеводов, при снижении сырой клетчатки, а также повышение переваримости сухого вещества (в условиях «in vitro») [4].

Аналогичные лабораторным исследованиям данные получены и при сравнительном анализе результатов использования испытуемых рационов на животных: по итогам экспериментальных исследований на бычках красной степной породы, по изучению влияния кавитационной обработки зерносмеси и пшеничных отрубей в смеси с минеральной добавкой.

По питательности они были практически равноценными. Однако по химическому составу имелись некоторые различия, произошло снижение клетчатки в зерносмеси на 35,6 % и отрубях – на 19,4 %, с увеличением крахмала и сахара – на 4,9;17,3 % и 131;18,1 % соответственно. Это сказалось на переваримости питательных веществ рациона подопытных бычков.

Молодняк, в составе рациона которых были кавитированные пшеничные отруби в смеси с минеральной добавкой, по сравнению с их сверстниками, получавшими традиционно приготовленную и кавитированную зерносмеси, больше переваривали: сухого вещества – на 20,6-31,4 %, органического – на 19,9-29,9 %), сырого протеина – на 20,6-35,3 %, сырого жира – на 27,5-45,0 %, сырой клетчатки – на 18,0-26,5 % и БЭВ – на 19,8-258,9 % соответственно.

Следует отметить, что более действенные показатели переваримости основных питательных веществ были у молодняка, получавшего в составе рациона кавитированную зерносмесь по сравнению традиционно приготовленной.

Выводы.

Результаты сравнительных исследований использования концентрированных кормов в смеси с минеральной добавкой, подвергнутых кавитационной обработке, в составе рационов молодняка крупного рогатого скота по сравнению с традиционными рационами показали более высокую результативность поступления и переваримости питательных веществ в организм животного.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0002)

Литература

1. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с.

2. Натынчик Т.М., Лемешевский В.О. Новые технологии в кормлении крупного рогатого скота // Веснік Палескага дзяржаўнага універсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2014. № 1. С. 34-37.

3. Бреховских Л.М., Годин О.А. Акустика слоистых сред. М.: Наука, 1989. 416 с.

4. Влияние кавитационной обработки на химический состав, питательность и переваримость сухого вещества концентрированных кормов / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, А.С. Байков, И.С. Мирошников, В.И. Корнейченко, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 190-197.

5. Инновационные подходы при подготовке кормовых средств с применением кавитации / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, К.Ш. Картекенов, Г.К. Дускаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 153.

6. Мирошников С.А., Муслюмова Д.М., Быков А.В. Влияние кавитации на биологическую доступность жирных кислот из отходов масложировой промышленности // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 3. С. 53-54.

7. Радчиков В.Ф. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Жодино: РУП «Науч.-практ. центр Нац. академии наук Беларуси по животноводству», 2010. 244 с.

8. Леонов А.В. Инновационные технологии выращивания телят с использованием стартерных комбикормов и новых биологически активных веществ: метод. рекомендации. Тамбов, 2016. 67 с.

9. Чюгаева В.Н., Шишкин А.В., Шкилёв Н.П. Организация полноценного кормления крупного рогатого скота в условиях племзавода «Пушкинское» // Зоотехния. 2010. № 7. С. 24-26.

10. Сиразетдинов, Ф.Х. Научные и практические основы повышения мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота и эффективности производства говядины в условиях промышленной технологии: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Оренбург, 2003. 54 с.

11. Использование нетрадиционных кормов, кормовых добавок и биологически активных веществ при производстве говядины: монография / В.И. Левахин и др. М.:Россельхозакадемия, 2008. 400 с.

12. The study of safe introduction of copper nanoparticles with different physical-chemical characteristics into organisms of animals / O.A. Bogoslovskaya, E.A. Sizova, V.S. Polyakova et al // Bulletin of OSU. 2009. 2. P. 124-127.

13. Мирошников И.С., Холодилина Т.Н., Дускаев Г.К. Физико-химические свойства и переваримость кормовых добавок, подвергнутых кавитационной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 131-135.

14. Влияние кавитированной минеральной добавки на обмен веществ в организме молодняка крупного рогатого скота / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, И.С. Мирошников, К.Ш. Картекенов, А.Ж. Балмугамбетова // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 75-79.

15. Сравнительные показатели поступления и переваримости питательных веществ рационов бычков в зависимости от доступности введённого кальция / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, И.С. Мирошников, В.В. Ваншин, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 85-90.

16. Влияние разных видов воздействия на физические и биологические свойства кормов с разной степенью минерализации / М.Я. Курилкина, С.А. Мирошников, Т.Н. Холодилина, М.П. Кузнецова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2010. № 6. С. 73-75.

17. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос. 1976. 302 с.

18. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 255 с.

19. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке / С.А. Мирошников, Д.М. Муслюмова, А.В. Быков, Ш.Г. Рахматуллин, Л.А. Быкова // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 7-11.

20. Мирошников И.С. Влияние высокодисперсных минеральных добавок на рубцовое пищеварение и продуктивность молодняка крупного рогатого скота: автореф. дис. … канд. биол. наук. Оренбург, 2017. 22 с.

21. Сравнительные показатели поступления и переваримости питательных веществ рационов бычков в зависимости от доступности введённого кальция / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, И.С. Мирошников, В.В. Ваншин, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 85-90.

22. Изменение свойств кормосмеси при включении кавитированного жира / Г.И. Левахин, Г.К. Дускаев, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов, И.С. Мирошников, А.Ф. Рысаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 102-105.

23 Ашоккумар М., Ринк Р., Шестаков С.Д. Гидродинамическая кавитация-альтернатива ультразвуковой при производстве пищевых продуктов. Техническая акустика. 2011. Т. 11. С. 9.

24. Щепилова К.А., Ковальчук А.Н. Инновационная технология и оборудование для приготовления кормов в крестьянском фермерском хозяйстве «Щепилова С.В.» // Студенческая наука – взгляд в будущее: материалы Всерос. студ. науч. конф., посвящ. 60-летию КрасГАУ. Красноярск, 2012. Ч. 4. С. 275-277.

Ширнина Надежда Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Галиев Булат Хабулеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Картекенов Канат Шарипович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79

Мирошников Иван Сергеевич, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79 e-mail: vniims.or@mail.ru

Корнейченко Вера Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79 e-mail: vniims.or@mail.ru

Рахимжанова Ильмира Агзамовна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой электротехнологии и электрооборудования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)57-81-52, e-mail: kaf36@orensau.ru

Байков Алексей Сергеевич, преподаватель кафедры электротехнологии и электрооборудования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)57-81-52, e-mail: kaf36@orensau.ru

Поступила в редакцию 29 августа 2018 года

UDC 636.085.53:636.085.25

Shirnina Nadezhda Mikhailovna[1], Galiyev Bulat Khabuleevich[1], Kartekenov Kanat Sharipovich[1], Miroshnikov Ivan Sergeevich[1], Korneichenko Vera Ivanovna[1], Rakhimzanova Ilmira Agzamovna[2], Baykov Alexey Sergeyevich[2]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: vniims.or@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,* e-mail: kaf36@orensau.ru

Effect of concentrated feeds cavitation treatment on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock

Summary. Digestibility is a possibility of animal's organism to split complex substances of the diet into simpler ones by means of gastrointestinal tract enzymes and microflora.

Physiological studies carried out on young stock of cattle compared effect of diets - the basic (consisting of concentrates of traditional preparation) and two variants where it was completely replaced by cavitated grain mixture and wheat bran mixed with mineral supplement.

Studies have shown that using of cavitation preparation technology for feeding by concentrated fodder in a mixture with a mineral supplement contributes to a certain change in chemical composition, it is a fiber content decrease in grain mixture by 35.6 % and 19.4 % in wheat bran, increase of sugar by 131.0; 18.1 % and starch – by 17.3; 4.9 % respectively.

A higher intake of nutrients by bulls of I and II experimental groups was established in comparison with the base option, dry matter – by 2.3; 21.8 %, organic – by 2.2; 20.7 %, crude protein – by 5.1; 24.6 %, raw fat – 6.5; 33.2 %, raw fiber – 0.3; 15.8 % and nitrogen-free extract – by 1.2; 19.8 %, respectively.

Herewith, animals of the test Group II digested more nutrients in comparison with peers from control group and test Group I who received cavitated wheat bran as part of the diet. Bulls of test Group I had receiving cavitated grain mixture were characterized by more effective indicators of nutrients digestibility in comparison with the control which received traditionally prepared concentrates in the diet. All this indicates that technology of feed preparation affects functional state of animal's digestive organs, that in its turn affects digestibility of nutrients in the diet.

Key words: bulls, diets, chemical feed composition, cavitation, grain mixture, wheat bran, mineral supplement, digestibility.

УДК 636.2.033

Переваримость рационов in situ, содержащих жировую добавку БифПлюс, и её влияние на количественный и видовой состав микрофлоры рубца молодняка крупного рогатого скота

В.А. Рязанов, Ю.И. Левахин, Г.К. Дускаев, Б.С. Нуржанов

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В исследовании на молодняке крупного рогатого скота изучали влияние новой жировой добавки БифПлюс в различных дозах на переваримость in situ рационов, а также проводили исследования количественного и видового составов микрофлоры рубца, жирнокислотный состав, наличие таксономических групп микроорганизмов рубца у подопытных бычков. Актуальность эксперимента заключается в том, что новая жировая добавка способна снизить детергентность жира в рубце, не нарушая видовой состав микрофлоры и не снижая их концентрацию, дополнительно внося с собой в организм активные компоненты: витамин группы В (B_1 – тиамин), улучшающий работу всех метаболических процессов в организме, а также лизин – аминокислота, благотворно воздействующая на перистальтику кишечника, что необходимо при попадании в него жира, который в свою очередь проскакивает через рубец и сычуг, проходя различные pH среды, растворяясь в кишечнике, дополнительно лизин улучшает кожный и волосяной покровы.

В нашей работе по изучению жировой добавки мы опирались на три дозировки в количестве 150, 250 и 350 г/гол./сут, которые показали неоднозначные результаты по переваримости in situ. Так, при скармливании основного рациона с жировой добавкой БифПлюс в количестве 150 г/гол./сут, мы получили среднюю переваримость микрорациона 27,30 %, что ниже, чем при использовании дозировки в 350 г/гол./сут на 8,6 %, у второй дозировки переваримость составила в среднем 35,91 %. Что же касается массы бактерий и простейших, то данные показания находились в одинаковых диапазонах, однако количество бактерий при дозировке 250 г находилось чуть выше.

Ключевые слова: бычки, жировая добавка, БифПлюс, лизин, тиамин, микрофлора, рубец.

Введение.

Последние достижения и разработки науки о теории и практики кормления животных показывают, что в рационы необходимо дополнительно включать жир, жировые отходы, жировые добавки (желательно растительного происхождения) для обогащения организма животного сырым жиром и энергией, однако нужно учесть, что введение жира в корм в чистом виде не всегда благотворно влияет на работу пищеварительного аппарата, усвоение и превращение энергии, поэтому для наиболее эффективного применения жира разрабатываются комплексы или добавки, содержащие кроме жира минеральные соли, витамины и аминокислоты, фруктозу [1-4].

При попадании в организм жвачного животного жира он подвергается различным биохимическим процессам, а также происходит контакт с микрофлорой, который в свою очередь не желателен, так как будет происходить снижение концентрации бактерий и простейших в рубце, и всё это окажет влияние на переваримость других компонентов корма. Жир должен поступать в кишечник, где уже под влиянием ферментов организма происходит расщепление [5-9].

Цель исследования.

Установить влияние жировой добавки Бифплюс в различной дозировке на переваримость рационов и выявить изменения, связанные с микрофлорой рубца.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Рационы, содержащие в своем составе жировую добавку Бифплюс, микрофлора рубца.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для проведения исследования были отобраны 4 группы бычков красной степной породы по 10 голов в каждой в возрасте 12 месяцев, выращиваемые в условиях Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области.

В каждой группе животным были наложены фистулы рубца по методу А.А. Алиева.

Исследования проводились на фоне научно-хозяйственного опыта в середине эксперимента в возрасте 13,5 месяцев.

Система содержания и общий уровень кормления подопытных животных на протяжении всего опыта были одинаковые. Используемые рационы состояли из сена разнотравного, силоса кукурузного, концентратов, жмыха подсолнечного, патоки кормовой, поваренной соли, были сбалансированы по основным питательным веществам и рассчитаны на получение 900-1000 г среднесуточных приростов. В среднем за период эксперимента питательная ценность рационов составляла на 1 голову в сутки: 8,3 кг сухих веществ, 7,2 кормовые единицы, 78 МДж обменной энергии, 1106 г сырого протеина, 914 г переваримого протеина, 577 г сахара, 250 г сырого жира, 714 г сырой клетчатки. Для балансирования рационов по биологическим активным веществам (микро-макроэлементам) вводили премикс 1 % от количества задаваемых концентратов.

Разница заключалась в том, что подопытные бычки в составе основного рациона получали разную дозу жировой добавки БифПлюс соответственно 150, 250 и 350 г на голову в сутки.

Жировая добавка БифПлюс изготовлена на основе пальмового масла, относится к «защищённым» формам жиров. В её состав входит виноградный сахар, витамин B_1, незаменимая аминокислота лизин. Препарат содержит 89 % сырого жира, 4,9 % сырого белка и 5 % сахара. Температура плавления +58 °С, энергетическая ценность – 30,7 МДж/кг.

В середине эксперимента в возрасте 13,5 месяцев производился отбор рубцовой жидкости для подсчёта массы бактерий и простейших, установления видового состава. Затем производили закладку заранее подготовленных микрорационов в нейлоновых мешочках в количестве трёх штук на каждую дозировку на 24 часа, по истечению этого времени производили изъятие мешочков, промывание под проточной водой и высушивание в сушильном шкафу при температуре +60 °С до постоянной массы, после чего производили расчёт переваримости корма микрорациона по нижеприведённой формуле:

$$k=a-b/c*100\ \%,$$

где: k – коэффициент переваримости сухого вещества корма (%);

a – начальная масса мешочка с кормом (г);

b – масса образца корма вместе с мешочком после переваривания (г);

c – исходная масса образца корма без массы мешочка (г).

В процессе исследования у подопытных животных бралась рубцовая жидкость в количестве 300 мл до кормления и через 3, 6, 12 часов после кормления. Во взятой рубцовой жидкости определяли количество микробной массы методом дифференцированного центрифугирования и дальнейшего высушивания в шкафу до постоянного веса. Затем в воздушно-сухих пробах определяли общий и остаточный азот по методу Кельдаля в модификации П.Г. Лебедева и А.Т. Усовича (1976), белковый – расчётным путём по разности общего и остаточного, аммиак – микродифузным методом в чашках Коновея. Общее количество летучих жирных кислот (ЛЖК) – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгамма.

Оборудование и технические средства. Исследования были выполнены в условиях Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Центрифуга MiniSpin («Merck KGaA», Германия), весы лабораторные электронные MB 210-A (ЗАО «Сартогосм», Россия), Сушильный шкаф ШС-80-01 200 (ООО «ГостТестКомплектация», Россия).

Статистическая обработка. Результаты, полученные в исследовании, обработаны методом вариационной статистики с использованием критерия достоверности по Стьюденту (t-критерий) и пакета прикладных программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

В ходе скармливания жировой добавки БифПлюс бычкам было отмечено повышение концентрации ЛЖК в рубце на 22,1-26,7 %.

Применение «защищённых» жиров в составе рационов способствует нарастанию концентрации микробного и белкового азота на 0,4-9,5 %. Характеристика рубцового пищеварения у подопытных животных демонстрирует увеличение содержания общего азота в рубцовой жидкости во II опытной группе по сравнению с контрольной на 11,4 % , а с I и III группами – на 9,9-5,5 % (табл. 1).

Таблица 1. **Характеристика показателей жидкости рубца через 3 часа после кормления, ммоль/л**

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Общий азот	211,7±13,7	214,5±18,3	235,9±17,2	223,6±16,5
Белковый азот	182,6±10,7	184,3±11,3	201,1±9,6	191,5±10,2
Остаточный азот	29,1±0,5	30,2±2,2	34,8±3,4	32,1±2,3
pH	6,68±0,11	6,31±0,09	6,99±0,07	6,87±0,08
ЛЖК	11,3±0,16	11,9±0,15	13,8±0,26**	12,7±0,18
Аммиак	15,2±1,60	16,2±1,11	16,8±1,02	16,6±1,04

Примечание: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001

По результатам исследований in situ установлено, что переваримость корма различна, так, при введении жировой добавки в количестве 150 г переваримость в среднем составила 27,3 %, что ниже на 8,6 %, чем при дозировки в 350 г, переваримость у которой составила в среднем 35,91 %.

Введение в состав рациона дозировки в количестве 250 г показало лучшую переваримость, которая составила в среднем 36,2 % (рис. 1).

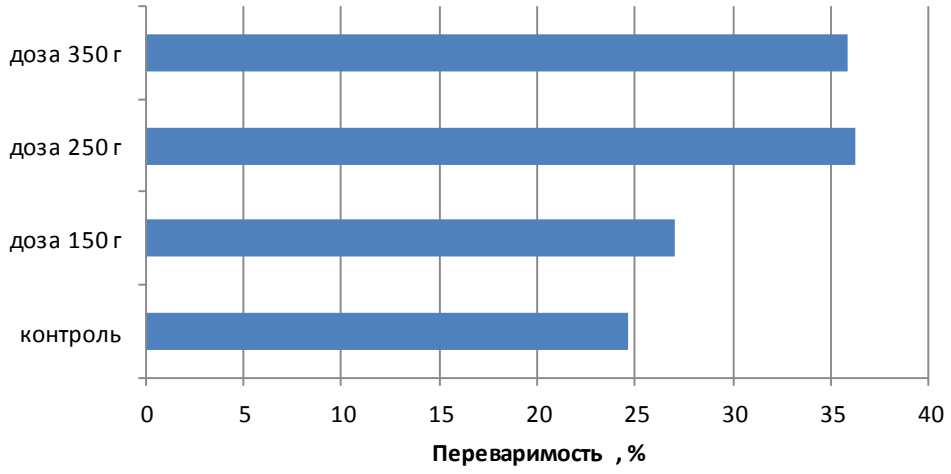

Рис. 1 – Переваримость рационов in situ с использованием разных доз препарата БифПлюс, %

Повышение переваримости кормов in situ при введении дозировки в 250 г возможно объясняется тем, что данная доза является наиболее оптимальной, с наилучшим соотношением активных веществ в её составе, которые способствуют лучшему перевариванию рациона. На наш взгляд, более низкая доза испытуемого препарата, в частности 150 г на голову в сутки, не в достаточной мере способствует усилению обменных процессов и улучшению физиологических показателей состояния животных, более высокая дозировка 350 г вызывает напряжение физиологического состояния животных и приводит к некоторому снижению предоставленных в статье показателей рубцовой жидкости и переваримости рационов.

Однако, если посмотреть на массу бактерий и простейших, то можно увидеть незначительное снижение бактерий при дозировке в 350 г и также незначительное повышение простейших при дозировке в 250 г (рис. 2).

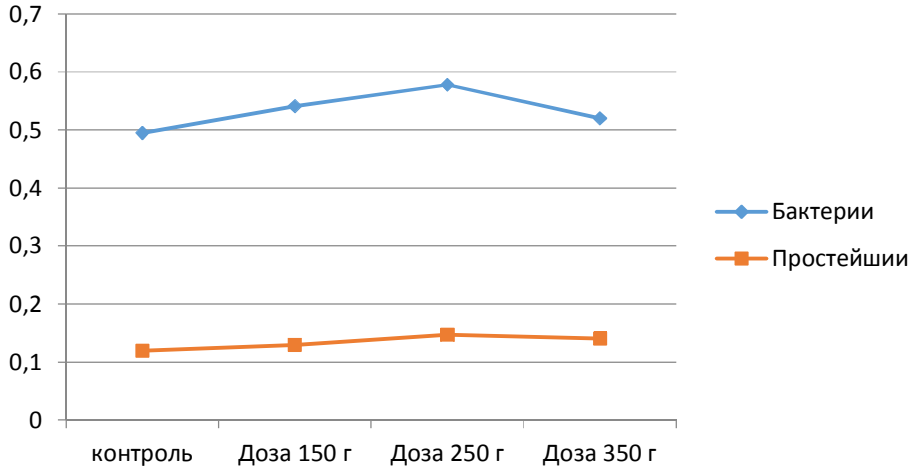

Рис. 2 – Масса бактерий и простейших в 1,5 мл изучаемой рубцовой жидкости

Как видно из рисунка 2, масса бактерий в 1,5 мл изучаемой рубцовой жидкости составила 0,578 г, что на 11 % больше, чем при использовании дозировки в 350 г, масса простейших составила 0,13 г при использовании дозировки жира 150 г. Введение жировой добавки в объёме 350 г отметилось небольшим снижением массы бактерий, которая составила 0,520 г, произошло повышение массы простейших на 0,144 г.

В изучаемой жировой добавке БифПлюс преобладают насыщенные жирные кислоты, такие как пальмитиновая – 70 %, стеариновая – 11 %, которые не подвергаются биогидрогенизации микрофлорой рубца, не нарушают процесс пищеварения, также присутствуют ненасыщенные жирные кислоты: олеиновая – 5 %, линолевая – 3 %.

Выявлено, что изменение состава и набора кормов влечёт к перестройке микроорганизмов в экосистеме ЖКТ крупного рогатого скота, а следовательно и к изменению биохимической деятельности микрофлоры, что влияет на продуктивность животных.

Так, в нашей работе результаты по таксономии не отметили повышение патогенной микрофлоры для всех групп животных, их количество не превышало нормы. Содержание нормальной микрофлоры также находилось в пределах нормы.

Бычки, получавшие дополнительно жировую добавку БифПлюс, характеризовались более лучшими показателями по непатогенной микрофлоре в отличие от контрольной группы.

Таблица 2. **Бактерии содержимого рубца по группам, %**

Бактерии	Норма для рубца, %	Группы			
		контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Патогенные микроорганизмы					
Стафиллококки	max 2,5	1,02	1,01	0,98	1,0
Кампилобактерии	max 3	1,0	0,89	0,64	0,72
Фузобактерии	max 3	1,3	1,04	1,05	1,07
Пептококки	max 1	0,11	0,13	0,08	0,09
Патогенные клостридии	max 1.5	1,1	0,9	0,46	0,78
Условно патогенные микроорганизмы					
Лактобактерии	max 2	1,4	1,35	1,3	1,42
Энтеробактерии	max 10	3,8	3,1	3,2	3,5
Актиномицеты	max 10	2,4	2,2	2,05	2,8
Непатогенные микроорганизмы					
Бактероиды	min 2 max 17	3,4	3,47	3,8	3,62
Сукцинивибрио	max 2	0,01	0,04	0,08	0,07
Лахноспиры	min 4	4,7	8,13	14,2	13,9
Руминококки	min 2	2,0	4,1	6,3	5,2
Эубактери	min 1	2,2	3,63	5,12	4,8
Клостридии	min 2	4,1	6,2	10,2	9,1
Термоанаэробактерии	min 0,5	1,01	1,7	2,4	2,3
Лактоферментирующие	min 3	12,4	14,1	16,7	15,8
Бифидобактерии	min 0,5	0,17	1,07	1,4	1,22
Бациллы	min 7	7,1	10,4	16,3	14,7

Обсуждение полученных результатов.

Сравнивая переваримость сухого вещества кормов in situ, можно отметить, что при дозировке в 250 г жировой добавки БифПлюс зафиксирован отрыв по переваримости в сравнении с контролем, I и III опытными группами на 11,50 %, 9,3 %, 0,35 % соответственно. На наш взгляд, данное количество является оптимальной дозировкой при скармливании бычкам, что подтверждено результатами опыта. При введении БифПлюс в количестве 350 г отмечено некоторое снижение по переваримости и количеству микроорганизмов.

При попадании жира в желудочно-кишечный тракт жвачного животного он подвергается различным биохимическим процессам, а также происходит контакт с микрофлорой [10], который в свою очередь не желателен, так как происходит снижение концентрации бактерий и простейших в рубце, и всё это будет влиять на переваримость других компонентов корма. Жир должен поступать в кишечник, где уже под влиянием ферментов организма происходит расщепление, что характерно для «защищённых» форм жиров [11].

В нашем исследовании не отмечено значительного снижения концентрации массы бактерий и простейших при использовании жировой добавки БифПлюс в дозировках 150, 250 и 350 г, это косвенно позволяет судить о том, что, жир в добавке имеет детергентную форму, которая мало доступна микрофлоре рубца.

Выводы.

Полученные результаты по применению препарата БифПлюс на микробиоценоз рубца подтверждают, что добавка отвечает заявленным требованиям и не нарушает микрофлору, способствует улучшенному поступлению питательных веществ в организм животных. Наиболее оптимальная дозировка составила 250 г на голову в сутки.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0001)

Литература

1. Эффективность «защищённого» жира в рационах животных / С.А. Мирошников, А.И. Гречушкин, А.М. Мирошников, С.В. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 2. С. 47-49.

2. Эффективность производства продукции животноводства при использовании жиросодержащей добавки в составе рационов бычков, приготовленной по разной технологии / С.А. Мирошников, Ю.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 79-82.

3. Переваримость питательных веществ и обмен энергии в организме бычков при использовании рационов, содержащих «защищённый» жир / В.А. Рязанов, Г.И. Левахин, Ю.И. Левахин, Б.С. Нуржанов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2. С. 114-119.

4. Влияние «защищённых» жиров, приготовленных по разной технологии, на переваримость питательных веществ и азотистый обмен в организме бычков / В.А. Рязанов, Ю.И. Левахин, И.С. Мирошников, В.В. Ваншин // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4. С. 137-140.

5. Влияние жиросодержащей добавки на интенсивность ферментативных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота / Ю.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов, А.С. Ушаков // Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-корр. РАН В.И. Левахина: в 2-х ч. / под ред. проф. Ф.Г. Каюмова. Оренбург, 2016. Ч. 1. С. 201-203.

6. Биодоступность опытных кормовых смесей in vitro / Г.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, И.С. Мирошников, В.А. Рязанов // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. № 2. С. 303-305.

7. Влияние жиросодержащей добавки, приготовленной по разной технологии, на биохимические показатели крови и естественную резистентность откармливаемых бычков / Ю.И. Левахин, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов, Е.Б. Джуламанов, Н.И. Рябов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 167-173.

8. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 2003. 456 с

9. Малахов А.Г., Вишняков С.И. Биохимия сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1984. 336 с.

10. Лаптев Г.Ю. Нормы содержания микрофлоры в рубце крупного рогатого скота: метод. рекомендации / Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым и др. СПб.: ООО «БИОТРОФ», 2016. 48 с.

11. Effects of Condensed and Hydrolyzable Tannins on Rumen Metabolism with Emphasis on the Biohydrogenation of Unsaturated Fatty Acids / M. Costa, S.P. Alves, A. Cappucci, S.R. Cook, A. Duarte, R.M. Caldeira, T.A. McAllister, R.J.B. Bessa // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2018. № 13. С. 67-77.

Левахин Юрий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Дускаев Галимжан Калиханович, доктор биологических наук, заместитель директора по науке, заведующий отделом кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: gduskaev@mail.ru

Нуржанов Баер Серекпаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

Рязанов Виталий Александрович, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru, vita7456@yandex.ru

Поступила в редакцию 11 сентября 2018 года

UDC 636.2.033

Levakhin Yury Ivanovich, Duskaev Galimzhan Kalikhanovich, Nurzhanov Baer Serekpaevich, Ryazanov Vitaly Aleksandrovich

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: vniims.or@mail.ru

In situ digestibility of diets containing Beef Plus fat supplement and its effect on quantitative and species composition of young stock rumen microflora

Summary. Effect of new Beef Plus fat supplement at various doses on in situ digestibility in diets was studied on young cattle and also studies of quantitative and specific composition of rumen microflora, fatty acid composition and presence of taxonomic groups of rumen microorganisms in experimental bulls were carried out. The experiment is important due to that new fat supplement is able to reduce fat deterrence in the rumen without disturbing species composition of microflora and without reducing their concentration, additionally adding active components to the body: vitamin B (B_1 – thiamine), improving performance of all metabolic processes in the body, as well as lysine – an amino acid that has a beneficial effect on intestinal peristalsis that is necessary when fat enters it which in turn slips through the rumen and rennet, passing various pH medias, dissolving in the intestines, in addition lysine improves skin and hair.

Our study on research of fat supplement we relied on three dosages in amount of 150, 250 and 350 g/head/day, which showed mixed results in in situ digestibility. Thus, when feeding main diet with a Beef Plus fat supplement in the amount of 150 g/head/day, we obtained an average digestibility of micro-diet of 27.30 % which is lower than when using dosage of 350 g/day/day by 8.6 % , at the second dosage the digestibility averaged 35.91 %. As for the mass of bacteria and protozoa these characteristics were in the same ranges but the number of bacteria at a dosage of 250 g was slightly higher.

Key words: bulls, fat supplement, Beef Plus, lysine, thiamine, microflora, rumen.

УДК 636.085.53:636.085.25

Продуктивное действие рационов бычков, выращиваемых на мясо, в зависимости от технологии подготовки концентрированных кормов

Б.Х. Галиев[1], Н.М. Ширнина[1], К.Ш. Картекенов[1], И.С. Мирошников[1], А.С. Байков[2], В.Л. Королёв[1]
[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. Проведены сравнительные испытания продуктивного действия трёх рационов бычков красной степной породы при выращивании на мясо в условиях Оренбуржья с традиционно приготовленными кормами и с заменой в их структуре концентрированных кормов зерновой смеси и пшеничных отрубей с минеральной добавкой (монокальцийфосфат), подвергнутых кавитации.

Установлено, что кавитационная обработка оказывает определённое влияние на содержание отдельных питательных веществ в концентрированных кормах. Так, после технологической обработки кормов снизилось содержание сырой клетчатки в зерносмеси на 14,3 г (35,6 %), пшеничных отрубях – на 14,48 г (19,4 %), а сырого протеина, наоборот, повысилось на 11 г (8,5 %) и 5,4 г (2,5 %) соответственно. При этом снижении сырой клетчатки на 19,4-35,6 % способствовало повышению содержание сахаров на 18,1-131,0 %.

В этой связи можно сказать, что биотехнологическая обработка концентрированных кормов способствовала повышению их питательной ценности. Результат научно-хозяйственного опыта по испытанию рационов молодняка крупного рогатого скота при выращивании на мясо показал, что скармливание в их составе кавитированных концентрированных кормов в смеси с минеральной добавкой оказывает положительное влияние на продуктивность животных.

Так, за весь период эксперимента живая масса в группах, получавших в составе рациона кавитированные концентрированные корма (зерновая смесь, пшеничные отруби плюс к ним минеральная добавка), повысилась соответственно на 16,4-17,2 кг (4,01-4,20 %), среднесуточный вес – на 87-99 г (11,15-12,69 %) и абсолютные приросты – на 13,4-15,2 кг (11,23-12,74 %).

Более высокие показатели продуктивного действия рациона имел молодняк, получавший в его составе кавитированные пшеничные отруби плюс минеральная добавка, животные этой (второй) группы по среднесуточному приросту превосходили первую опытную, получавшую кавитированную зерносмесь, на 12 г или 1,4 %.

Ключевые слова: бычки, кормовой рацион, химический состав корма, кавитированная зерновая смесь, кавитированные пшеничные отруби, минеральная добавка, монокальцийфосфат, мясная продуктивность.

Введение.

Повышение производства мясной продукции в Российской Федерации имеет большое народно-хозяйственное значение. С ростом благосостояния населения повышается потребность в высококачественной говядине и другой продукции крупного рогатого скота, что обеспечивается непрерывным развитием и интенсификацией животноводства [1-4].

Основную роль в обеспечении населения хорошей говядиной играет полноценное кормление, направленное на повышение продуктивности. Основная задача перед отраслью – максимальная интенсификация роста выращиваемого и откармливаемого молодняка на убой. От интенсивности роста зависит съёмная живая масса и затраты корма на единицу продукции откармливаемого молодняка крупного рогатого скота, а также экономические показатели [5-6].

В настоящее время учёные и производственники большое внимание уделяют вопросам дисперсности кормов и минеральных добавок рационов как одному из важных факторов полноценности питания животных при выращивании и откорме.

Зарубежные авторы указывают, что, например, высокодисперсные фракции минеральных веществ более выгодно отличаются по выраженности биологического действия и токсичности от веществ в макроскопических и иных формах [7].

Экспериментально установлено повышение живой массы на 14 % бычками красной степной породы при введении в состав рациона кормосмеси, приготовленной с концентрированными кормами, подверженными экструзии, и кавитированной минеральной добавкой, по сравнению с контролем, получавшем традиционный рацион. В то же время молодняк, получавший такую же кормосмесь, но с нативной минеральной добавкой, повысил свою продуктивность только на 6 % [8].

По данным ряда учёных [9-13], кавитационная обработка кормовых средств считается эффективным технологическим методом подготовки к скармливанию в составе рациона сельскохозяйственных животных.

В нашей стране накопился значительный и ценный материал воздействия кавитационного эффекта на химический состав и питательную ценность кормов, а также их влияния на продуктивность животных при их скармливании [14-17].

Цель исследования.

Установить сравнительное продуктивное действие трёх вариантов рационов на бычках красной степной породы при выращивании на мясо.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Грубые и сочные корма, концентрированные корма: зерновая смесь традиционного приготовления, кавитированная зерносмесь плюс минеральная добавка (монокальцийфосфат), отруби пшеничные в смеси с минеральной добавкой; бычки красной степной породы, выращиваемые на мясо.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Эксперимент проводился в 2017-2018 гг. на скотном дворе Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области.

Согласно разработанной схеме были отобраны 30 клинически здоровых бычков красной степной породы (возраст – 13 месяцев, живая масса – 269-271 кг), распределённых по методу параналогов на три группы (n=10). После 30-дневного подготовительного периода бычки были переведены на условия основного периода опыта (длительность – 153 суток). Бычки контрольной группы получали основной рацион, принятый в хозяйстве, I опытной в основном рационе зерносмесь традиционного приготовления была заменена на кавитированную с минеральной добавкой (монокальций фосфат) и II опытной – кавитированными пшеничными отрубями в смеси с минеральной добавкой.

Порядок приготовления кавитированной кормосмеси. Залить в бак 650 литров воды, холодной или нагретой до +35 °С, включить насос, постепенно, струёй, засыпать зерновое сырьё – 350 кг. Бак закрыть крышкой и продолжать циркуляцию зерновой смеси насосом в течение 1,5-2 часов до достижения температуры +60 °С.

Отключить насос, смесь выдержать в ёмкости установки не менее 1 часа. За 10-15 минут до окончания циркуляции смеси (при необходимости и с учётом используемых в хозяйствах рационов кормления) внести дополнительные компоненты питания.

Животные содержались по технологии, принятой в молочном скотоводстве при использовании привязного содержания. Кормление подопытных животных было групповое, рационы сбалансированы.

Средние рационы кормления подопытных бычков за период опыта включали 1 кг сена суданской травы,1,82 кг сена люцерны, 10,6 кг кукурузного силоса, 0,42 кг подсолнечного жмыха, 3,06 кг зерносмеси, приготовленной традиционным способом (контрольная) и кавитированной (I опытная), 4,6 кг кавитированных пшеничных отрубей (II опытная группа).

Экспериментальная часть исследований была выполнена согласно разработанных рекомендаций [18].

Оборудование и технические средства. Установка УЖК-1000 (ООО ПО «Сиббиофарм», Россия) оборудованная диспергатором-кавитатором, рабочий объем ёмкости – 1000 л, мощность привода рабочего органа – 18 кВт, скорость вращения рабочего органа –3000 об./мин, масса жидких кормов (одна партия) – 1000 кг, максимальная температура самонагрева корма – +65 °С.

Время приготовления одной партии: 1 – зерновая патока 2,5-4,0 ч; 2 – кашеобразный корм 0,5 ч.

Армалит 5063 РШ-1Ш13С – механические весы для взвешивания животных, среднего класса точности, предназначены для взвешивания крупного рогатого скота, свиней, овец и других животных (Россия).

Средние образцы кормов, использованных в опыте, были исследованы по методикам зоотехнического анализа в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.), на содержание в них сухого вещества, сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), сырой клетчатки (ГОСТ 12396.2-91), сырой золы (ГОСТ 26226-95), кальция (ГОСТ 26570-95), фосфора (ГОСТ 26657-97).

Статистическая обработка. Статистическая обработка экспериментального материала проводилась с использованием корреляционного и регрессионного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

Определён химический состав и питательная ценность кормов, используемых в сравниваемых рационах (табл. 1).

Таблица 1. **Химический состав и питательность концентрированных кормов**

Показатель	Зерносмесь		Пшеничные отруби	
	традиционная	кавитированная	традиционные	кавитированные
Количество, кг	1,0	1,0	1,0	1,0
Сухое вещество, кг	0,893	0,893	0,9	0,9
Кормовые единицы	1,2	1,21	0,78	0,79
Обменная энергия, МДж	11,0	11,1	8,9	8,9
Протеин: сырой, г	130	141	134,1	137,5
Клетчатка, г	40,2	25,9	74,7	60,22
Крахмал, г	350	367	166,5	142
Сахар, г	11,6	26,8	34,2	40,4
Сырой жир, г	27,7	31,24	36,9	34,15
Кальций, г	1,5	1,6	2,3	2,43
Фосфор, г	3,4	3,4	8,6	8,71

Полученные данные свидетельствуют, что кавитирование оказывает определённое влияние на содержание отдельных питательных веществ в концентрированных кормах. Так, после их обработки снизилось содержание сырой клетчатки в зерносмеси на 14,3 г (35,6 %), пшеничных отрубях – на 14,48 г (19,4 %), а сырого протеина, наоборот, повысилось на 11 г (8,5 %) и 5,4 г (2,5 %) соответственно.

Эффект кавитации испытуемых концентратов отмечался в более высоком содержании легко переваримых углеводов. Так, количество сахаров после технологической обработки увеличилось в зерносмеси на 15,2 г (131,0 %), в пшеничных отрубях – на 6,2 г (18,13 %), содержание крахмала в зерносмеси повысилось на 17 г (4,86 %).

Следует отметить снижение крахмала на 24,5 г (14,7 %) в пшеничных отрубях.

При этом, анализируя результат кавитации концентратов, представленный в таблице 1, на содержание кальция, фосфора, сырой золы, а также кормовых единиц и обменной энергии, мы видим, что данная технология не оказала существенного влияния на их концентрацию в сухом веществе, и они были на уровне данных корма, приготовленного традиционным методом, используемым в хозяйстве.

С основным рационом подопытные бычки I опытной группы больше приняли сахаров на 46,7 г (17,3 %) и II опытной – на 150,3г (55,6 %), сырого протеина соответственно – на 33 г (2,97 %) и на 235 г (21,17 %) в сравнении со сверстниками из контроля.

Полученные нами данные по динамике живой массы подопытных бычков в результате ежемесячных взвешиваний представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Динамика живой массы подопытных бычков, кг**

Возраст, мес.	**Группа**		
	контрольная	**I опытная**	**II опытная**
13	269,0±1,22	271,5±1,58	271,0±1,51
14	290,0±1,37	293,0±1,61	292,0±1,46
15	313,9±1,86	319,6±1,78	318,9±1,68
16	338,3±2,41	346,0±2,21*	346,0±1,77*
17	362,8±2,39	372,9±2,23*	373,0±2,01*
18	386,0±2,75	399,3±2,25*	399,8±2,02*
19	409,3±2,83	425,7±2,49*	426,5±2,37*

Примечание: * – P<0,05 по сравнению с контрольной группой

Живая масса животных считается одним из важных хозяйственно-полезных показателей продуктивности откормочных бычков в скотоводстве, который характеризует рост, развитие и мясные качества.

В нашем эксперименте после месячного подготовительного периода живая масса всех подопытных бычков сравниваемых групп была практически одинаковой (269,0-271,5 кг; P>0,05). Максимальная разница между группами составила 2,5 кг. Но уже к 15-месячному возрасту бычки контрольной группы уступали по живой массе своим сверстникам из I и II опытных групп на 5,7 кг (1,81 %, P>0,05) и 5,0 (1,59 %; P>0,05) соответственно. В этом возрасте наибольшая живая масса была у подопытных бычков I опытной группы, получавших в составе рациона кавитированную зерносмесь с минеральной добавкой.

Живая масса бычков в 16-17-месячном возрасте между контрольной и двумя опытными группами имела более существенные различия.

Так, бычки I опытной группы превосходили своих контрольных сверстников на 7,7-10,1 кг (2,28-2,78 %; P<0,05-P<0,05), а II опытной – на 7,7-10,2 кг (2,28-2,81 %; P<0,05-P<0,01) соответственно.

В конце научно-хозяйственного опыта подопытные бычки I и II опытных групп превосходили своих аналогов из контроля на 16,4-17,2 кг (4,01-4,20 %; P<0,01-P<0,001).

Более наглядное представление о продуктивном действии рационов бычков сравниваемых групп дают показатели среднесуточного прироста (табл. 3).

Таблица 3. **Динамика среднесуточных приростов живой массы подопытных бычков по периодам роста, г**

Возрастной период, мес.	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
14-15	771±26,63	858±8,60*	868±8,81*
15-16	813±25,55	880±21,16*	903±8,19*
16-17	790±26,42	868±13,50*	871±13,04*
17-18	773±15,37	880±14,10*	893±7,33**
18-19	752±28,68	852±10,25**	861±10,10*
14-19	780±14,75	867±7,32*	879±7,22*

Примечание: * – P<0,05; ** – P<0,01 по сравнению с контрольной группой

Полученные нами данные свидетельствуют, что за время проведения исследований бычки всех подопытных групп имели высокую энергию роста для данной породы. Однако при введении в рационы кавитированной с минеральной добавкой зерносмеси бычки по среднесуточным приростам превзошли своих контрольных сверстников в возрасте 14-16 месяцев на 67-87 г (8,24-12,58 %), 16-19 мес. – на 78-107 г (9,87-13,84 %, P<0,05) и за весь период опыта – на 87 г (11,15 %, P<0,05), животные II опытной группы, получавшие в рационе кавитированные с минеральной добавкой пшеничные отруби, соответственно в эти возрастные периоды – на 90-97 г (11,07-12,58 %, P<0,05), на 81-120 г (10,25-15,52 %, P<0,05) и на 99 г (12,69 %, P<0,05).

Среди опытных групп за период эксперимента по среднесуточным приростам более высокие показатели были во II группе (879 г) при включении в состав кормовых рационов кавитированных с минеральной добавкой пшеничных отрубей. Превышение по сравнению с I опытной группой составило всего 12 г (P>0,05) или 1,4 %.

Примерно аналогичная закономерность наблюдалась и по абсолютным приростам у подопытных бычков за период научно-хозяйственного опыта (табл. 4).

Таблица 4. **Абсолютные приросты у подопытных бычков, кг**

Возрастной период, мес.	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
13-14	21,0±0,85	21,5±0,27	21,0±0,33
14-15	23,9±0,91	26,6±0,21	26,9±0,22
15-16	24,4±0,72	26,4±0,24	27,1±0,31
16-17	24,5±0,71	26,9±0,42	27,0±0,38
17-18	23,2±0,51	26,4±0,39	26,8±0,31
18-19	23,3±0,31	26,4±0,24	26,7±0,29
14-19	119,3±2,41	132,7±1,45*	134,5±1,39*

Примечание: * – P<0,05 по сравнению с контрольной группой

Из таблицы следует, что в подготовительный период (возраст 13-14 месяцев) подопытные бычки сравниваемых групп имели примерно одинаковые показатели по абсолютным приростам – 21,0-21,5 кг. Анализируя полученные данные, мы видим, что абсолютный прирост живой массы у подопытных животных, в кормовые рационы которых включены кавитированные с минеральной

добавкой зерносмесь и пшеничные отруби, протекал более интенсивно. За весь период научно-хозяйственного опыта абсолютный прирост в I опытной группе составил 132,7 кг, что выше на 13,4 кг (11,23 %, P<0,05), во II опытной – 134,5 кг, выше на 15,8 кг (12,74 %, P<0,05) по сравнению с контрольной группой.

Обсуждение полученных результатов.

В последнее время подготовка различных кормовых средств к скармливанию путём кавитационного воздействия (ультразвукового или гидродинамического) всё больше привлекает внимание учёных и практиков [19-24].

Проведённые исследования отечественных учёных [25-28] показали эффективность использования жидких и кашеобразных кормов, приготовленных путём гидродинамического кавитирования, используемых в составе рационов при выращивании телят (3-6 мес.), откорме молодняка молочных и мясных пород, а также дойного стада крупного рогатого скота

По данным Д.М. Муслюмовой [16], включение в составе рациона молодняка крупного рогатого скота фуза-отстоя, подвергнутого обработке ультразвуковым кавитатором, позволило повысить интенсивность их роста по сравнению с нативным и без такового на 2,0-4,6 %, это говорит и об экономической целесообразности использования данной технологии.

Исследования учёных [29, 30] по влиянию рационов при выращивании бычков на мясо в зависимости от доступности введённого в них кальция (нативный или кавитированный) на поступление, переваримость и обмен питательных веществ организма животных показали, что кавитационная обработка мела кормового изменяет и формирует новые биологические свойства минеральной добавки, скармливание которой в составе рациона молодняку крупного рогатого скота сопровождается повышением биодоступности кальция и фосфора, активизацией обмена веществ.

Положительные результаты использования кавитационного эффекта минеральной добавки были получены в научно-хозяйственном опыте И.С. Мирошникова [19]. Так, при скармливании молодняку крупного скота в составе рациона экструдатов, содержащих минеральную добавку (ракушечник кормовой) обработанную кавитационно, интенсивность роста животных повысилась на 11 % при снижении затрат обменной энергии и переваримого протеина на единицу продукции.

Приведён только небольшой перечень результатов исследований положительного воздействия эффекта кавитации на кормовые средства при их использовании в структуре кормового рациона крупного рогатого скота.

Полученный нами [31] материал зоотехнического анализа кавитационного воздействия на концентрированные корма показал положительное влияние на химический состав и питательную ценность. Установлено, что при данном биотехнологическом воздействии увеличивается количество легкоусвояемых сахаров при снижении количества сырой клетчатки и крахмала, а также повышается биодоступность минеральных веществ (кальция и фосфора)

Это определило перспективу дальнейших исследований по испытанию продуктивного действия рационов молодняка крупного рогатого скота, в структуре которых использовались кавитированные кормовые средства (зерносмесь, пшеничные отруби в смеси с минеральной добавкой).

При проведении данного научно-хозяйственного опыта итоги зоотехнического анализа испытуемых кавитированных кормовых средств в структуре рациона были близкие ранее полученным результатам [31].

Так, после обработки концентрированных кормов в них снизилось содержание сырой клетчатки, в частности, в зерносмеси – на 14,3 (35,6 %) и пшеничных отрубях – на 14,48 г (19,4 %), а содержание сахаров, наоборот, увеличилось соответственно на 15,2 г (131,0 %) и на 6,2 г (18,13 %). При этом кавитационная обработка концентрированных кормов не оказала существенного влияния на концентрацию в них кальция, фосфора, сырой золы, а также на содержание кормовых единиц и обменной энергии, и они были на уровне данных необработанных кормов.

Подопытные бычки, получавшие в составе рационов кавитированые с минеральной добавкой зерномесь и пшеничные отруби, больше потребили легкоусвояемых сахаров и сырого протеина при снижении количества сырой клетчатки и крахмала.

Повышение биологической ценности испытуемых рационов за счёт включения кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей с минеральной добавкой не могло не отразиться на положительном продуктивном действии в целом испытуемых рационов. На это указывают полученные нами результаты научно-хозяйственного опыта, проведённого на молодняке крупного рогатого скота.

Выводы.

Кавитационная обработка зерносмеси и пшеничных отрубей с минеральной добавкой повышает содержание сахара на 6,2-15,2 г (18,13-131,0 %) при снижении сырой клетчатки на 14,3-14,5 г (19,-35,6 %). Скармливание кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей молодняку крупного рогатого скота при выращивании на мясо повышает живую массу за период опыта на 16,4-17,2 кг (4,01-4,20 %), среднесуточные приросты – на 87-99 г (11,15-12,69 %) и абсолютные приросты – на 13,4-15,2 кг (11,23-12,74 %).

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0002)

Литература

1. Галиев Б.Х. Кормление молодняка крупного рогатого скота мясных пород при интенсивном выращивании на мясо: рекомендации. Оренбург, 1990. 50 с.

2. Герасимов Б.Л., Галиев Б.Х., Свиридова Т.М. Влияние полноценного кормления на продуктивность молодняка мясных пород // Зоотехния. 1991. № 11. С. 37-39.

3. Комбикорма, БМВД и премиксы для крупного рогатого скота / Б.Х. Галиев, Ю.И. Левахин, Г.В. Павленко и др. Оренбург, 2002. 56 с.

4. Молочная продуктивность и качество молока лактирующих мясных коров в зависимости от типа кормления / Б.Х. Галиев, А.В. Кудашева, Н.М. Ширнина, В.И. Корнейченко, И.А. Рахимжанова // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 89-95.

5. Эффективность использования новых кормовых добавок в рационах бычков мясной породы / И.Ф. Горлов, Е.А. Кузнецова, З.Б. Комарова, А.С. Коломейцева // Инновации в формировании конкурентоспособного сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф / под ред. чл-корр. РАСХН В.И. Левахина. Оренбург, 2011. С. 42-44.

6. Мирошников С.А., Малюшин Е.Н. Влияние ферментных препаратов на использование питательных веществ и рост животных // Мясное скотоводство и перспективы его развития: сб. науч. тр. Юбил. вып. № 53. С. 408-411.

7. The study of safe introduction of copper nanoparticles with different physical-chemical characteristics into organisms of animals / O.A. Bogoslovskaya, E.A. Sizova, V.S. Polyakova et al // Bulletin of OSU. 2009. 2. P. 124-127.

8. Мирошников И.С. Влияние высокодисперсных минеральных добавок на рубцовое пищеварение и продуктивность молодняка крупного рогатого скота: автореф. дис. … канд. биол. наук. Оренбург, 2017. 22 с.

9. Инновационные подходы при подготовке кормовых средств с применением кавитации / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, К.Ш. Картекенов, Г.К. Дускаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 153-155.

10. Влияние кавитированной минеральной добавки на обмен веществ в организме молодняка крупного рогатого скота / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, И.С. Мирошников, К.Ш. Картекенов, А.Ж. Балмугамбетова // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 75-79.

11. Монахов В.Н., Губкина Е.В. Оптимальное управление кавитацией // Доклады Академии наук. 2008. Т. 420. № 2. С. 172-175.

12. Быков А.В., Мирошников С.А., Межуева Л.В. К пониманию действия кавитационной обработки на свойства отходов производства // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 12(106). С. 77-80.

13. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке / С.А. Мирошников, Д.М. Муслюмова, А.В. Быков, Ш.Г. Рахматуллин, Л.А. Быкова // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 7-11.

14. Plant for production and study of physical and chemical properties of metal nanoparticles / A.N. Zhigach, I.O. Leipunsky, M.L. Kuskov, N.I. Stoenko, V.B. Storozhev // Instruments and Experimental Techniques. 2000. 6. P. 122-127.

15. Быков А.В., Назарова Е.С. К вопросу использования кавитации в перерабатывающей промышленности сельскохозяйственного сырья // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: Всерос. науч.-метод. конф. Секция «Роль прикладной биотехнологии и инженерии в развитии инновационного потенциала региона». Оренбург, 2013. С. 934-935.

16. Муслюмова Д.М. Влияние кавитационной обработки на биологическую полноценность и продуктивное действие фуза-отстоя в рационах крупного рогатого скота: дис. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2013. 113 с.

17. Быков А.В., Муслюмова Д.М. Влияние кавитационного способа повышение питательности подсолнечного фуза и цеолита на физиологические особенности и продуктивность цыплят-бройлеров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 108-111.

18. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 1976. 302 с.

19. Мирошников И.С., Васильченко А.С., Яушева Е.В. Физико-химические и биологические характеристики минеральной добавки, подвергнутой кавитационной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 109-115.

20. Натынчик Т.М., Лемешевский В.О. Новые технологии в кормлении крупного рогатого скота // Веснік Палескага дзяржаўнага універсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. 2014. № 1. С. 34-37.

21. Щепилова К.А., Ковальчук А.Н. Инновационная технология и оборудование для приготовления кормов в крестьянском фермерском хозяйстве «Щепилова С.В.» // Студенческая наука – взгляд в будущее: материалы Всерос. студ. науч. конф., посвящ. 60-летию КрасГАУ. Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2012. Ч. 4. С. 275-277.

22. Мирошников И.С., Холодилина Т.Н., Дускаев Г.К. Физико-химические свойства и переваримость кормовых добавок, подвергнутых кавитационной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 131-135.

23. Инновационные подходы при подготовке кормовых средств с применением кавитации / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, К.Ш. Картекенов, Г.К. Дускаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 153.

24. Влияние ультразвуковой кавитационной обработки на химический состав кормов, используемых при кормлении жвачных животных / А.С. Байков, И.А. Рахимжанова, Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(61). С. 101-102.

25. Ашоккумар М., Ринк Р., Шестаков С.Д. Гидродинамическая кавитация – альтернатива ультразвуковой при производстве пищевых продуктов // Техническая акустика. 2011. Т. 11. С. 9.

26. Радчиков В.Ф. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Жодино: РУП «Науч.-практ. центр Нац. академии наук Беларуси по животноводству», 2010. 244 с.

27. Леонов А.В. Инновационные технологии выращивания телят с использованием стартерных комбикормов и новых биологически активных веществ: метод. рекомендации. Тамбов, 2016. 67 с.

28. Лемешевский В.О. Энергетическое питание бычков белорусской чёрно-пёстрой породы при выращивании на мясо: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Горки, 2011. 22 с.

29. Сравнительные показатели поступления и переваримости питательных веществ рационов бычков в зависимости от доступности введённого кальция / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, И.С. Мирошников, В.В. Ваншин, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 85-90.

30. Влияние кавитированной минеральной добавки на обмен веществ в организме молодняка крупного рогатого скота / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, И.С. Мирошников, К.Ш. Картекенов, А.Ж. Балмугамбетова // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 75-79.

31. Влияние кавитационной обработки на химический состав, питательность и переваримость сухого вещества концентрированных кормов / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, А.С. Байков, И.С. Мирошников, В.И. Корнейченко, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 190-197.

Галиев Булат Хабулеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Ширнина Надежда Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

Картекенов Канат Шарипович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. профессора С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79

Мирошников Иван Сергеевич, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79 e-mail: vniims.or@mail.ru

Байков Алексей Сергеевич, преподаватель кафедры электротехнологии и электрооборудования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)57-81-52, e-mail: kaf36@orensau.ru

Королёв Владимир Леонтьевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-41

Поступила в редакцию 30 июля 2018 года

UDC 636.085.53:636.085.25

Galiyev Bulat Khabuleevich[1], Shirnina Nadezhda Mikhailovna[1], Kartekenov Kanat Sharipovich[1], Miroshnikov Ivan Sergeevich[1], Baykov Alexey Sergeyevich[2], Korolyov Vladimir Leontyevich[1]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: vniims.or@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,* e-mail: kaf36@orensau.ru

Productive effect of diets for bulls bred for meat production depending on concentrated feed treatment technology

Summary. Comparative tests of productive effect of three diets for Red Steppe bulls bred for meat production in Orenburg region with traditionally prepared feeds and with substitution of grain mixture and wheat bran with a mineral additive (monocalcium phosphate) subjected to cavitation in concentrated feed composition.

It is established that cavitation has a certain effect on nutrients concentration in concentrated feed. Thus, after technological treatment of feed, content of crude fiber in grain mixture decreased by 14.3 g (35.6 %), of wheat bran – by 14.48 g (19.4 %), and of crude protein, on the contrary, increased by 11 g (8.5 %) and 5.4 g (2.5 %) respectively. Decrease in crude fiber by 19.4-35.6 % promoted to sugar content increase by 18.1-131.0 %.

Due to this it can be noted that biotechnological treatment of concentrated feeds contributed to the increase in their nutritional value. Result of scientific and business experience in testing diets of young cattle bred for meat production revealed that feeding in its composition of cavitated concentrated feed mixed with a mineral supplement has a positive effect on cattle production efficiency.

Thus, during the entire period of experiment, live weight in groups received cavitated concentrated feeds in their diet (grain mixture, wheat bran plus mineral supplement to it) increased by 16.4-17.2 kg (4.01-4.20 %), average daily weight – by 87-99 g (11.15-12.69 %) and absolute gains – by 13.4-15.2 kg (11.23-12.74 %).

Young livestock that received cavitated wheat bran plus mineral supplement had higher indices of diet's production effect. Cattle of this (second) group surpassed the first experimental group that received cavitated grain by 12 g or 1.4 %.

Key words: bulls, feeding diet, feed chemical composition, cavitated grain mixture, cavitated wheat bran, mineral supplement, monocalcium phosphate, production efficiency.

УДК 636.5:577.17:591.11

Влияние препаратов высокодисперсных металлов на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров

М.Я. Курилкина[1], Т.Н. Холодилина[1,2], Д.М. Муслюмова[1], О.А. Завьялов[1], Н.В. Гарипова[1], Ф.Х. Сиразетдинов[1]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования по оценке морфологических и биохимических показателей крови цыплят-бройлеров при использовании в их кормлении комплексов высокодисперсных частиц металлов. Для проведения исследования в 9-дневном возрасте были отобраны 120 голов цыплят-бройлеров кросса «Смена 7», разделённых методом аналогов на 4 группы (n=30). Начиная с 20-дневного возраста, цыплята-бройлеры были переведены на режим основного учётного периода, контрольная группа потребляла основной рацион, I опытная группа взамен части основного рациона получала экструдированный корм с высокодисперсным комплексом меди, цинка, железа и кальция, II опытная – экструдированный корм с высокодисперсным кальцием, III опытная – экструдированный корм с высокодисперсным комплексом меди, цинка и железа.

В результате проведённого эксперимента нами было зафиксировано благоприятное влияние комплексного использования высокодисперсных препаратов металлов в кормлении цыплят-бройлеров.

При анализе крови птиц установлено, что концентрация эритроцитов в крови цыплят-бройлеров изучаемых групп увеличивается на 12,6-24,4 %, концентрации гемоглобина – на 2,7-8,0 %, общего белка – на 12,2-15,3 %, альбуминов – на 0,26-8,7 %, α-глобулина – на 1-1,8 %, ɣ-глобулина – на 0,5-2,4 % по отношению к контролю. Также наблюдалось улучшение фосфорно-кальциевого обмена, содержание фосфора в сыворотке крови повысилось на 2,6-10,3 %, кальция – на 7,9-10,5 %.

Исходя из результатов гематологических исследований, наиболее положительным эффектом в отношении всех изученных параметров обладает комплекс высокодисперсных металлов меди, цинка и железа, что делает его целесообразным для применения в рационе цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, гематологические показатели, кровь, высокодисперсные порошки металлов, отруби пшеничные, экструдирование.

Введение.

Создание кормовых добавок нового поколения и кормовых средств с использованием современных комплексов минеральных веществ и экологически чистых вторичных сырьевых ресурсов перерабатывающих отраслей АПК для сельскохозяйственных животных и птицы является актуальным направлением исследований [1, 2].

Вторичные сырьевые ресурсы в виде пшеничных отрубей богаты пищевыми волокнами, которые после дополнительной обработки и обогащения минеральным комплексом пригодны для скармливания сельскохозяйственным животным и птице [3, 4].

Значительный интерес для сельского хозяйства представляет использование комплексов высокодисперсных порошков металлов в качестве источников микроэлементов, что обосновывается относительно меньшей токсичностью и более высокой биологической активностью в сравнении с другими формами металлов [5-7]. Между тем исследований по данному направлению недостаточно, в связи с чем весьма актуальным представляется изучение биологических свойств высокодисперсных металлов и их влияния на организм птицы [8].

Для полноценного изучения обменных процессов, протекающих в организме, и оценки эффективности использования тех или иных препаратов необходимо провести исследования крови подопытной птицы [9, 10].

Препараты высокодисперсных металлов представляют интерес как источник минеральных веществ, в результате чего целесообразно дальнейшее исследование их влияния на организм птицы в целом.

Цель исследования.

Изучить влияние препаратов высокодисперсных комплексов металлов в качестве минеральных добавок на морфологический и биохимический параметры крови цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса «Смена-7».

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Исследования были проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». Помещение для содержания подопытных бройлеров оборудовано системой вентиляции, поддерживался температурный режим с точной регулировкой температуры от +15 до +25 °С. Режим освещения – 12-часовой. Влажность помещения составляла 60 %. Микроклимат в помещении соответствовал требованиям ВНИТИП [11]. Были отобраны цыплята 9-дневного возраста. Уход за ними проводился согласно правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ [12]. Поение бройлеров осуществлялось автоматическими поилками, находящимися в клетках. Был проведён опыт на 9-дневных цыплятах-бройлерах (n=30), разделённых на 4 равные по численности группы. Основой рационов – пшенично-ячменная смесь. На протяжении подготовительного периода птица всех опытных групп получала основной рацион, сформированный в соответствии с нормами ВНИИТИП [13], в учётный период рацион контрольной группы состоял из основного рациона, в I опытной группе – производилась замена 10 % рациона экструдатом из пшеничных отрубей с высокодисперсным комплексом меди, цинка, железа и кальция; II группе – экструдатом с высокодисперсным кальцием, III – с высокодисперсным комплексом меди, цинка и железа. Кормление птицы осуществлялось 2 раза в сутки, поение – вволю.

В работе использовались высокодисперсные препараты кальция (частицы – менее 10 мкм), Fe, Zn, Cu, произведённые Alfa Aesar GmbH & Co KG (размер частиц – 9-10 мкм, чистота – 99,7 %; ЕЕС № 231-096-4). Дозировка вводимых в опытные экструдаты высокодисперсных препаратов составлена из расчёта на 1 кг экструдата: 200 г кальция, 0,1 г Zn, 2 г Fe, 0,1 г Cu.

Схема опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1. **Схема опыта**

Объект исследования	**Группа**	**Период опыта**	
		подготовительный	**учётный**
		возраст, дней	
		21-34	**35-49**
Цыплята-бройлеры кросса «Смена-7» (n=30)	Контрольная	Основной рацион (ОР)	Основной рацион (ОР)
	I опытная		$ОР_1$+экструдат из пшеничных отрубей и ВДП Cu, Zn, Fe, Ca
	II опытная		$ОР_2$+ экструдат из пшеничных отрубей и ВДП Ca
	III опытная		$ОР_3$+ экструдат из пшеничных отрубей и ВДП Cu, Zn, Fe

С целью изучения гематологических параметров производили отбор крови во время убоя подопытной птицы в 49-суточном возрасте. До убоя птицу не кормили 12 часов, не поили 4 ч. Убой был проведён по методике ВНИТИП. Среди морфологических показателей крови были ис-

следованы: эритроциты (10^{12}/л), лейкоциты (10^9/л), гемоглобин (г/л). Среди биохимических показателей сыворотки крови: общий белок (г/л), альбумины (%), глобулины (%), АлАТ (%), АсАТ (%), и др.

Оборудование и технические средства. Для приготовления опытных экструдатов использовали универсальный одношнековый пресс-экструдер ПШ-30/1 производительностью 45 кг/ч и мощностью 7,7 кВт. Процесс экструдирования осуществлялся под давлением 10 МПа, при температуре +120 ºС и влажности опытной смеси 30 %.

Исследования крови проводили на базе Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). Образцы крови для гематологических исследований отбирали в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3 с активатором свёртывания. Определение параметров крови осуществляли с помощью автоматического биохимического анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай).

Статистическая обработка. Статистический анализ проводили путём сравнения опытных групп с контрольной, используя «SPSS 19.0» программного обеспечения («IBM Corporation», США) и пакет программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Значение с $P \leq 0,05$ считалось статистически значимым [14].

Результаты исследований.

Установлено, что морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров всех групп находились в пределах допустимых физиологических норм (табл. 2).

Таблица 2. **Морфобиохимические показатели крови подопытных цыплят-бройлеров, (M±m)**

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Гемоглобин, г\л	112±6,05	121±4,10	115±5,24	121±3,84
Эритроциты, 10^{12}\л	2,29±0,14	2,58±0,18	2,78±0,12	2,85±0,07
Лейкоциты, 10^9\л	20,3±2,43	27,9±1,99	25,4±3,38	25,6±2,30
Общий белок, г\л	32,0±2,22	35,9±0,72	36,2±0,58	36,9±1,26
АсАТ, ммоль\л	0,34±22,80	0,32±34,62	0,32±22,98	0,30±39,12
АлАТ, ммоль\л	0,22±2,32	0,19±1,88	0,22±1,98	0,22±2,00
Кальций, ммоль\л	1,9±0,22	2,1±0,19	2,05±0,20	2,05±0,14
Фосфор, ммоль\л	1,17±0,14	1,23±0,10	1,2±0,18	1,29±0,16

Исследования морфологического состава крови выявили повышение содержания гемоглобина на 2,7-8,0 % в сторону опытных групп. Количество эритроцитов также было выше в опытных группах относительно контроля на 12,6-24,4 % ($P<0,05$) соответственно.

По результатам исследования установлено, что при введении препаратов высокодисперсных металлов происходит увеличение содержания лейкоцитов в крови бройлеров I опытной группы на 37,4 % ($P<0,05$) относительно контрольной группы и на 8,9-9,8 % – относительно II и III опытных групп.

Исследования активности ферментов показали, что активность аланинаминотрансферазы (АлАТ) в опытных группах находилась на уровне контрольной, в это же время в опытных группах наблюдалась тенденция к снижению активности аспартатаминотрансферазы (АсАТ).

Комплекс высокодисперсных металлов, подвергнутых экструдированию, введённых в рацион опытных групп, благоприятно отразился на фосфорно-кальциевом обмене, что выражалось в повышении фосфора в сыворотке крови на 2,6-10,3 % и кальция – на 7,9-10,5 % ($P<0,05$) соответственно относительно контрольной группы.

Содержание общего белка в сыворотке крови цыплят опытных групп имело тенденцию к повышению, но находилось в диапазоне физиологической нормы.

Распределения альбуминовых фракций в сыворотки крови опытных групп были различными. Содержание альбуминов в крови цыплят-бройлеров III опытной группы было выше на 8,7 % и 6,3-8,4 % относительно контроля и остальных опытных групп (рис. 1).

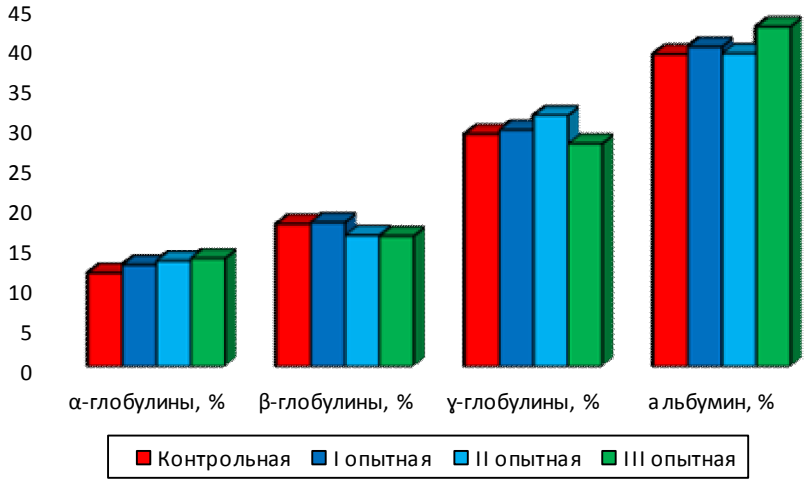

Рис. 1 – Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров, %

Результаты исследования содержания глобулиновой фракции были неоднозначными. Так, в III опытной группе содержание α-глобулина был выше на 1,8 % относительно контрольной и на 0,8 и 0,3 % – относительно I и II групп.

Незначительные изменения у цыплят-бройлеров опытных групп наблюдались в подфракции β-глобулинов. Было отмечено, что в I опытной группе содержание было выше на 0,2 % относительно контрольной и на 1,6-1,7 % ($P<0,05$) – относительно остальных опытных групп.

Характеризуя фракцию γ-глобулинов, следует отметить превосходство во II опытной группе относительно контрольной на 2,4 %, I и III групп – 1,9 и 3,6 % соответственно.

Обсуждение полученных результатов.

Анализируя морфологические и биохимические показатели крови подопытных групп, следует отметить, что они находились в пределах физиологической нормы. Но наилучший результат достигался при использовании в кормлении птицы комплекса высокодисперсных металлов меди, железа и цинка, подвергнутых баротермическому воздействию.

В ходе проведения эксперимента мы основывались на результатах ранее выполненных исследований, в которых было обосновано введение высокодисперсных порошков металлов и их дозировок в состав корма сельскохозяйственной птицы и описано положительное действие данных веществ на их организм [15-16].

Проведённые исследования гематологических показателей подтвердили положительное влияние данного комплекса препаратов. Анализ полученных данных показал, что результаты наших исследований согласуются с ранее проведёнными работами ряда авторов [17-19].

Опытные препараты позволили улучшить общее физиологическое состояние птицы, повысили содержание гемоглобина на 2,7-8,0 %, эритроцитов, лейкоцитов – на 12,6-24,4%, 25,1-37,4 %, что необходимо для нормального развития и повышения защитных свойств организма.

Количество эритроцитов является существенным гематологическим показателем. В их функции входит нормализация состояний иммунной системы, способность транспорта биологически активных и питательных веществ, представляя существенное значение в поддержание кислотно-щелочного равновесия [20]. Эритроциты обладают высокой функциональной способностью по

обеспечению высоких темпов роста организма. Таким образом, установленная концентрация эритроцитов у цыплят опытных групп свидетельствует о высоком снабжение организма кислородом и высокоинтенсивном течении окислительно-восстановительных процессов в нём [21].

За счёт добавления высокодисперсных комплексов металлов увеличился доступный фосфор, а также улучшилось усвоение кальция в метаболитах крови. Увеличение продуктивности подопытной птицы взаимосвязано с успешным процессом усвоения организмом аминокислот [22], что характеризуется снижением содержания в крови бройлеров фермента АсАт на 5,9-11,8 % относительно контрольной группы.

Комплексное использование высокодисперсных металлов в кормлении птицы опытных групп оказало определённое влияние на белковый обмен в их организме. Отмечалось повышение содержания общего белка. Распределение альбуминовых фракций в сыворотке крови было неодинаковым, их содержание в крови цыплят-бройлеров III опытной группы было выше на 8,7 % относительно контрольной группы.

Что касается подфракции глобулинов, наблюдались незначительные изменения у цыплят-бройлеров опытных групп. Так, отмечалось повышение количества α-глобулина в III опытной группе на 1,8 %, β-глобулинов – в I опытной группе на 0,2 % и γ-глобулинов – во II опытной группе на 2,4 % относительно контрольной.

Выводы.

Исходя из результатов морфобиохимических исследований, использование в кормлении сельскохозяйственной птицы в качестве минеральной добавки комплекса высокодисперсных частиц металлов сопровождается изменениями в картине крови. Максимальный эффект физиологической нормы наблюдался у цыплят-бройлеров, которым к основному рациону дополнительно скармливали кормовую добавку в виде экструдированных пшеничных отрубей с комплексом высокодисперсных частиц меди, цинка, железа. Это свидетельствует о целесообразности применения данной кормовой добавки при выращивании цыплят-бройлеров.

Литература

1. Абилов Б.Т., Зарытовский А.И., Болотов Н.А. Биологически активные добавки в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы // Сборник научных трудов ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. 2011. Т.1. № 4-1. С. 65-66.

2. Серебряные нанобиокомпозиты в кормовых добавках для сельскохозяйственных животных и птицы / В.А. Скрябин, Ю.И. Михайлов, В.А. Реймер, Н.А. Носенко // Пища. Экология. Качество: тр. VII Междунар. науч.-практ. конф. (Краснообск, 21-22 сент. 2010 г.). Новосибирск: РАСХН, 2010. С. 222-223.

3. Холодилина Т.Н., Медведев С.А. Влияние пищевых волокон, подвергнутых различным видам обработки, на обмен химических элементов в организме // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 6(155). С. 24-27.

4. Влияние наночастиц меди и оксида меди на организм цыплят-бройлеров / Е.П. Мирошникова, В.А. Сердаева, М.С. Мирошникова, И.А. Руденков // Вестник мясного скотоводства. № 4(100). 2017. С. 204-212.

5. Influence of cu10x copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / E.A. Sizova, S.A. Miroshnikov, A.V. Skalny, N.N. Glushchenko // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. T. 25. № 1. P. 84-89.

6. Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.М. Мирошников, А.В. Кудашева // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 10(146). С. 138-142.

7. Ерзиков В.И., Ваншин В.В., Завьялов О.А. Морфологический и биохимический состав крови у тёлок герефордской породы в зависимости от различной продолжительности подсосного содержания и уровня кормления в послемолочный период // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. II. С. 62-65.

8. Использование систем «anti-quorum» в животноводстве (обзор) / К.Н. Атландерова, А.М. Макаева, С.А. Мирошников, М.Я. Курилкина // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 229-236.

9. Продуктивное действие и переваримость кормов при использовании в кормлении птицы микрочастиц железа / С.А. Мирошников, Н.В. Гарипова, Т.Н. Холодилина, М.Я. Курилкина, Г.К. Дускаев // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 7-16.

10. Comparative assessment of effect of copper nano- and microparticles in chicken / S.A. Miroshnikov, E.V. Yausheva, E.A. Sizova, E.P. Miroshnikova, V.I. Levahin // Oriental Journal of Chemistry. 2015. Т. 31. № 4. P. 2327-2336.

11. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова и др. М., 2009. 80 с.

12. ГОСТ Р 51000.3-1996. Общие требования к испытательным лабораториям. Технические требования: Введ. 01.04.1996. М.: Изд-во Госстандарт России, 1996. 14 с.

13. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы: рекомендации / Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров, Т.М. Околелова и др. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. 43 с.

14. Scheffé H. A method for judging all contrasts in the analysis of variance // Biometrika. 1953. 40(1/2). 87-110.

15. Нестеров Д.В. Влияние высокодисперсных порошков металлов на обмен веществ и продуктивность животных на фоне энзимсодержащих рационов: дис. … канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 115 с.

16. Shahverdy A.R., Fakhimi Ali, Minaian Sara. Synthesis and effect of silver nanopracles on the antibacterial activity of different antibiotics against Staphylococcus and Escherichia coli // Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine. 2007. V. 3(2). S. 168-171.

17. Ле Вьет Фыонг. Использование высокодисперсных порошков железа, меди, марганца, цинка в премиксах цыплят- бройлеров: дис. … канд. с.-х. наук. М., 2006. С. 37-45.

18. Морфобиохимические показатели крови бычков, содержащихся на рационах с включением комплекса высокодисперсных металлов / М.Я. Курилкина, Т.Н. Холодилина, Д.М. Муслюмова, О.А. Завьялов, Н.В. Гарипова, А.М. Макаева // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 131-136.

19. О возможностях использования наночастиц металлов совместно с веществами anti-quorum / К.Н. Атландерова, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина, Д.М. Муслюмова // Инновационные направления и разработки для эффективного сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти чл.-корр. РАН В.И. Левахина: в 2-х ч. / под ред. проф. Ф.Г. Каюмова. Оренбург, 2016. Ч. 1. С. 154-156.

20. Колесникова И.А. Морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при скармливании пробиотика и микронутриента // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 147-155.

21. Морфо-биохимические показатели крови у бройлеров при коррекции рациона солями и наночастицами Cu / Е.А. Сизова, В.Л. Королёв, Ш.А. Макаев, Е.П. Мирошникова, В.А. Шахов // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 903-911.

22. Sabourin V., Ayande A. Commercial opportunities and market demand for nanotechnologies in agribusiness sector // Journal of Technology Management & Innovation. 2015. № 10. P. 40-51.

Курилкина Марина Яковлевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

Холодилина Татьяна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Испытательным центром ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru; доцент кафедры «Экологии и природопользования» ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, e-mail: post@mail.osu.ru

Муслюмова Дина Марсельевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

Завьялов Олег Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78, e-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru

Гарипова Наталия Викторовна, аспирант ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

Сиразетдинов Фарит Хамитович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78

Поступила в редакцию 16 августа 2018 года

UDC 636.5:577.17:591.11

Kurilkina Marina Yakovlevna[1], Kholodilina Tatyana Nikolaevna[1,2], Muslyumova Dina Marselyevna[1], Zavyalov Oleg Aleksandrovich[1], Garipova Natalia Victorovna[1], Sirazetdinov Farid Khamitovich[1]

[1]*FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: icvniims@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»,* e-mail: post@mail.osu.ru

Effect of highly dispersed metals on morphological and biochemical characteristics of broiler chickens' blood

Summary. This article presents results of a study on evaluation of morphological and biochemical characteristics of broiler chickens blood when using complexes of highly dispersed metal particles in their feeding. At the 9-day age, 120 broiler chickens of «Smena 7» cross were selected, divided by the analogue method into 4 groups (n=30) to conduct the study. Starting from the age of 20 days broiler chickens were transferred to the regime of main accounting period, the control group was fed according to the main diet, the I test group received extruded food with a highly dispersed complex of copper, zinc, iron and calcium instead of the main diet, the II test group – extruded food with highly dispersed calcium, III test group – extruded food with a highly dispersed complex of copper, zinc and iron.

As a result of the test we observed a favorable effect of the complex use of highly dispersed metal preparations in the feeding of broiler chickens

When analyzing poultry's blood it is established that concentration of erythrocytes in the blood of broiler chickens of the studied groups increases by 12.6-24.4 %, hemoglobin concentration – by 2.7-8.0 %, total protein – by 12.2-15,3 %, albumins – by 0.26-8.7 %, α-globulin – by 1-1.8 %, and ɣ-globulin – by 0.5-2.4 % with respect to the control value. There was also an improvement in phosphorus-calcium metabolism, phosphorus content in the blood serum increased by 2.6-10.3 %, calcium – by 7.9-10.5 %.

Based on the results of hematological studies, complex of highly dispersed metals of copper, zinc and iron has the most positive effect on all studied parameters which makes it suitable for use in the diet of broiler chickens.

Key words: broiler chickens, hematological indices, blood, highly dispersed metal powders, wheat bran, extrusion.

УДК 579.62:(612.11:597.442):[615.33+669.35.5]

Гематологические параметры молоди стерляди на фоне совместного использования культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn

Е.П. Мирошникова[1], А.Е. Аринжанов[1], Ю.В. Килякова[1], М.С. Мирошникова[1], К.А. Маленкина[1], И.С. Мирошников[2]

[1] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

[2] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В статье представлены результаты исследований морфологических и биохимических параметров крови молоди стерляди при использовании в кормлении культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn. В качестве объектов исследований использовали 60 особей молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758), которых методом аналогов разделили на 4 группы (n=15). По истечении подготовительного периода (15 суток) подопытных рыб перевели на режим основного учётного периода (45 суток), предполагавшего кормление контрольной группы основным рационом, I опытная группа дополнительно к основному рациону получала пробиотический препарат, II опытная – наночастицы сплава Cu-Zn, III опытная – пробиотический препарат совместно с НЧ сплава Cu-Zn. В качестве пробиотического препарата в эксперименте использована культура клеток *Bacillus subtilis* (штамм ВКПМ В-7092) в составе препарата Ветом 1.1.

Анализ гематологических параметров молоди стерляди показал, что включение в рацион стерляди НЧ и пробиотика положительно влияет на физиологическое состояние рыб. Достоверных различий по уровню гемоглобина и эритроцитов не зафиксировано, за исключением III группы – повышение содержания эритроцитов на 39 % (P<0,05) и гемоглобина – на 37,1 % (P<0,05) по сравнению с контрольной группой, кроме того зафиксирован максимум гематокритного числа (20,9 %), что связано с повышением содержания эритроцитов в данной группе. Концентрация тромбоцитов имела схожую динамику изменений с числом эритроцитов, так наибольшее количество тромбоцитов зафиксировано в III группе, но разница с контролем недостоверна. В остальных опытных группах наблюдали снижение тромбоцитов: в I опытной – на 39,8 % (P<0,05) и во II опытной группе – на 46,7 % (P<0,05). Анализ морфологического состава крови выявил повышение содержания лейкоцитов при введении в рацион стерляди пробиотика и сплава НЧ Cu-Zn (III группа) на 30,2 % (P<0,05) по сравнению с контролем.

Клетки белой крови были представлены агранулоцитами и гранулоцитами. Агранулоциты представлены в основном лимфоцитами (85,7-92,1 %), что свидетельствует о высоком иммунном статусе подопытной рыбы. Уровень моноцитов во всех группах был низким (4,5-6,7 %), причём зафиксированы достоверно низкие значения по сравнению с контролем в I и III опытных группах на 32,8 % (P<0,05) и 25,4 % (P<0,05) соответственно. Уровень гранулоцитов во всех опытных группах находился на одном уровне (6-7 %), за исключением I опытной группы – значительное снижение числа гранулоцитов – в 3,3 раза (P<0,001) по сравнению с контрольной группой. Анализ содержания креатинина показал, что при введении в рацион стерляди пробиотика его уровень повышается в 2,5 раза (P<0,001) относительно контроля, а при введении НЧ – снижается на 20 % (P<0,05), при совместном же введении пробиотика и НЧ достоверных различий не отмечено. Содержание холестерина во всех группах находилось в пределах нормы. Анализ триглицеридов показал снижение его концентрации на 13,6 % (P<0,05) во II группе и повышение на 39 % (P<0,001) – в III группе по сравнению с контролем. Во всех опытных группах зафиксировано повышение активности АСТ и ЛДГ по сравнению с контролем: в I группе – на 100 % (P<0,001) и 37,6 % (P<0,001), во II – на 88,2 % (P<0,01) и 31,3 % (P<0,001), в III – на 20,4 % (P<0,05) и 18,8 % (P<0,001) соответственно и снижение активности АЛТ: в I группе – на 16,4 % (P<0,01), во II – на 24,4 % (P<0,001) и в III – на 10,7 % (P<0,05).

Основываясь на полученных гематологических данных, установили, что наилучшие показатели были получены на фоне совместного введения пробиотика и НЧ сплава Cu-Zn в рацион стерляди.

Ключевые слова: стерлядь, *Bacillus subtilis*, наночастицы меди и цинка, кормление, гематологические параметры.

Введение.

Важной задачей совершенствования биотехники выращивания осетровых является создание новых технологических решений в области кормления и технологии кормов, что становится возможным за счёт использования минеральных веществ в виде ультрадисперсных частиц в сочетании с пробиотическими препаратами.

Современные препараты наночастиц металлов-микроэлементов отличаются меньшей токсичностью, высокой биологической активностью, усиливают обмен веществ и способствуют повышению естественной резистентности организма, увеличению темпов роста и обменных процессов [1, 2].

Пробиотики подавляют патогенную и условно патогенную микрофлоры, обеспечивают организм хозяина незаменимыми веществами, повышающими его иммунитет [3, 4].

Совместное же использование наночастиц и пробиотиков перспективно, так как обеспечивает улучшение физиологического состояния рыбы, в том числе и гематологической картины (увеличение концентрации эритроцитов, гемоглобина, общего белка), повышение интенсивности роста. Химические элементы в составе наночастиц характеризуются выраженным стимулирующим действием на пробиотики [5, 6].

Нарастание объёма и разнообразие научных исследований отечественными и зарубежными разработчиками в области создания новых пробиотических препаратов, манипуляции с наночастицами, дальнейшее изучение механизмов их действия даёт основание утверждать, что данные препараты смогут занять одно из центральных мест на мировом рынке [7].

Цель исследований.

Изучение морфологических и биохимических параметров молоди стерляди при использовании в кормлении культуры Bacillus Subtilis и наночастиц сплава Cu-Zn.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Молодь стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758).

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для проведения исследований методом пар-аналогов были сформированы 4 группы (n=15) молоди стерляди. Исследования проводили в условиях аквариумного стенда кафедры «Биотехнологии животного сырья и аквакультуры» Оренбургского государственного университета. По истечению подготовительного периода (15 суток) стерлядь была переведена на условия основного учётного периода, предполагавшего кормление контрольной группы основным рационом (ОР), I опытной – с добавлением пробиотического препарата, II опытной – препараты наночастиц (НЧ) (Cu+Zn), III опытной – пробиотического препарата с НЧ (Cu+Zn). Продолжительность основного учётного периода составила 45 суток.

В ходе эксперимента суточную норму кормления определяли в количестве 3 % от массы рыб, в соответствии с общепринятой технологией выращивания [8]. Кормление подопытной рыбы осуществлялось 3 раза в день. Контроль над ростом проводился еженедельно, путём индивидуального взвешивания утром, до кормления (±1 г), с последующим расчётом среднесуточного прироста. Определение кислорода – ежедневно.

С целью изучения гематологических параметров производили отбор крови во время убоя подопытной рыбы.

Среди морфологических показателей крови были исследованы: эритроциты (10^{12}/л), лейкоциты (10^9/л), гемоглобин (г/л), гематокрит (%). В сыворотке крови определяли: АлАТ (Ед/л), АсАТ (Ед/л), ЛДГ (Ед/л) (оптический тест Варбурга) и др.

Препараты.

Пробиотический препарат: культура клеток *Bacillus subtilis* в составе препарата Ветом 1.1. (свидетельство госрегистрации №: 35/35-Д1-5.3/00248 № КГМ-Д1-1.8/0089 от 25.10.2013); производство ООО НПФ «Исследовательский центр» (г. Новосибирск) с содержанием не менее 10^9 клеток *Bacillus subtilis*.

Наночастицы сплава Cu и Zn (40:60) синтезировали методом плазмохимического синтеза (d=55±15 нм; ζ = 31±0,1 мВ, Sуд = 9±0,8 м^2/г), «Передовые порошковые технологии» (г. Томск).

Оборудование и технические средства. Гематологические исследования проводились по стандартизированным методикам в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) и включили определение морфологических и биохимических параметров крови. Образцы крови для гематологических исследований отбирали в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3, для биохимических исследований – в вакуумные пробирки с активатором свертывания. Определение гематологических показателей крови проводили с использованием автоматического гематологического анализатора URIT-2900 Vet Plus («URIT Medical», Китай) и автоматического биохимического анализатора DIRUI CS-T240 («DIRUI industrial Co. Ltd.», КНР). Для работы на анализаторах использовали стандартные наборы реактивов.

Материаловедческая аттестация препаратов (размер частиц, полидисперсность, объёмность, количественное содержание фракций, площадь поверхности) включала электронную сканирующую, просвечивающую и атомно-силовую микроскопию с использованием LEX T OLS4100, JSM 7401F, JEM-2000FX («JEOL», Япония). Размерное распределение частиц исследовалось на анализаторе наночастиц Brookhaven 90Plus/BIMAS Zeta PALS («Brookhaven Instruments Corporation», США) и Photocor Compact («Фотокор», Россия).

Статистическая обработка. Статистический анализ проводили, используя SPSS 19.0 программного обеспечения («IBM Corporation», США) и пакет программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Проверка соответствия полученных данных нормальному закону распределения определялась при помощи критерия согласия Колмогорова. Значение с $P \leq 0,05$ считалось статистически значимым.

Результаты исследований.

Анализ морфологического состава крови стерляди показал, что совместное включение в рацион пробиотика и НЧ сплава Cu-Zn способствовало повышению содержания эритроцитов на 39 % ($P<0,05$) и гемоглобина – на 37,1 % ($P<0,05$) по сравнению с контрольной группой (табл. 1). В остальных же группах достоверных различий по содержанию гемоглобина и эритроцитов не зафиксировано, они находились на уровне, характерном для осетровых видов рыб, выращиваемых в индустриальных условиях.

Показатели среднего содержания гемоглобина в эритроците (СГЭ), среднего объёма эритроцитов и средней концентрации гемоглобина в эритроците у всех подопытных рыб не имели достоверных различий и находились в пределах 94,5-108,8 пг, 165,3-175,5 фл и 541-659,3 г/л соответственно. При изучении картины красной крови молоди стерляди зафиксирован максимум гематокритного числа в III опытной группе (20,9 %), что объяснимо с повышением содержания эритроцитов в ней.

Анализ содержания тромбоцитов показал схожую динамику изменений с числом эритроцитов. Так, наибольшее количество тромбоцитов зафиксировано в III опытной группе, но разница с контролем недостоверна. В остальных опытных группах наблюдали снижение тромбоцитов: в I опытной – на 39,8 % ($P<0,05$) и во II опытной группе – на 46,7 % ($P<0,05$).

Таблица 1. **Морфологический состав крови молоди стерляди**

Показатель	Группа			
	контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Эритроциты, 10^{12}/л	0,90±0,065	0,80±0,195	0,71±0,191	1,25±0,137*
Гемоглобин, г/л	87,3±10,2	77,0±11,1	74,3±11,0	119,7±2,5*
Гематокрит, %	15,2±1,5	13,5±2,1	11,9±2,0	20,9±2,4
Средний объем эритроцитов, фл	169,1±4,6	175,5±5,8	167,2±6,2	165,3±6,0
СГЭ, пг	96,3±7,2	94,5±7,3	108,8±12,3	96,1±8,5
Средняя концентрация гемоглобина в эритроците, г/л	568,7 ±24,0	541,0±24,6	659,3±27,6	598,0±25,5
Тромбоциты, 10^9/л	167±9,2	100,6±8,8*	89,0±9,9*	193±10,1
Средний объём тромбоцитов, фл	17,6±1,3	18,1±0,1	18,1±0,3	17,7±0,8
Относительная ширина распределения тромбоцитов, фл	15,1±0,1	13,0±0,6	12,8±0,8	21,3±1,1**
Тромбокрит, %	0,20±0,049	0,17±0,061	0,17±0,038	0,31±0,032*
Коэффициент больших тромбоцитов, %	42,8±4,5	38,7±4,9	41,4±4,0	49,3±4,1
Количество больших тромбоцитов, 10^9/л	69,6±7,7	52,3±5,8	38,1±4,3*	80,0±5,5
Лейкоциты, 10^9/л	114,0±9,9	100,1±10,3	96,4±10,9	148,4±7,8*
Лейкоцитарная формула:				
Лимфоциты, %	85,7±2,8	89,9±0,9	87,8±2,1	92,1±3,3
Число лимфоцитов, 10^9/л	79,8±5,5	46,6±3,7*	72,35±2,7	77,6±3,2
Моноциты, %	6,7±0,6	4,5±0,5*	6,5±0,7	5,0±0,2*
Число моноцитов, 10^9/л	7,6±0,7	6,7±0,6	7,5±0,9	7,5±0,4
Гранулоциты, %	7,0±1,2	6,0±0,5	6,2±0,7	6,5±0,8
Число гранулоцитов, 10^9/л	9,0±0,35	2,7±0,25***	5,7±0,4*	8,1±0,35

Примечание: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001

Средний объём тромбоцитов в группах был идентичен (17,6-18,1 фл), а относительная ширина распределения тромбоцитов была достоверна выше контроля на 41 % (P<0,01) только в III опытной группе.

Анализ морфологического состава крови выявил повышение содержания лейкоцитов при введении в рацион стерляди пробиотика и НЧ сплава Cu-Zn (III группа) на 30,2 % (P<0,05) по сравнению с контролем. В остальных группах разница была недостоверной. Клетки белой крови были представлены агранулоцитами и гранулоцитами. Агранулоциты представлены в основном лимфоцитами (85,7-92,1 %). Уровень моноцитов во всех группах был низким (4,5-6,7 %), причём зафиксированы достоверно низкие значения по сравнению с контролем в I и III опытных группах на 32,8 % (P<0,05) и 25,4 % (P<0,05) соответственно. Уровень гранулоцитов во всех опытных группах был одинаковым (6-7 %), но в I опытной группе при добавлении в рацион пробиотика констатировали значительное снижение числа гранулоцитов – в 3,3 раза (P<0,001) по сравнению с контрольной группой.

Одним из важных показателей при изучении физиологического состояния рыб является содержание общего белка в сыворотке крови. Содержание белка в подопытных группах (табл. 2) находилось в пределах нижней границы физиологической нормы (25 г/л), достоверных отличий не зафиксировано.

Для осетровых рыб характерны высокие колебания глюкозы (1-11 ммоль/л). В I и II опытных группах зафиксировано достоверное повышение содержания глюкозы по сравнению с контрольной группой в 3 раза (P<0,001) и 2,4 раза (P<0,001) соответственно. Повышение глюкозы создаёт энергетический запас для развития организма, а также предполагает повышение стрессоустойчивости рыб.

Таблица 2. **Биохимический состав крови молоди стерляди**

Показатель	Группа			
	контроль	I опытная	II опытная	III опытная
Общий белок, г/л	22,86±0,8	25,39±2,2	20,31±1,9	22,49±1,6
Глюкоза, ммоль/л	1,29±0,07	3,88±0,08***	3,08±0,11***	1,28±0,09
Альбумин, г/л	5±0,7	9±1,0*	6±0,7	7±1,0
Билирубин общий, мкмоль/л	0,08±0,020	0,39±0,055**	0,55±0,030***	1,02±0,186***
Билирубин прямой, мкмоль/л	0,7±0,050	0,61±0,055	0,29±0,060**	0,77±0,060
Холестерин, ммоль/л	2,22±0,25	2,22±0,15	1,6±0,06*	2,73±0,15
Триглицериды, ммоль/л	69,24±2,7	62,86±2,1	59,82±2,5*	96,22±2,5***
Мочевина, ммоль/л	2,2±0,10	2,3±0,15	2,7±0,15*	2,0±0,10
Креатинин, мкмоль/л	174,2±5,0	452,9±7,1***	139,4±7,6**	174,2±3,8
Мочевая кислота, мкмоль/л	41±2,5	80±3,5***	14,9±1,3***	55,5±4,1*
Железо, мкмоль/л	14,3±0,7	26,5±2,8*	11,2±0,9	9,9±1,4*
Кальций, ммоль/л	1,71±0,11	1,59±0,07	1,63±0,11	1,73±0,10
Фосфор, ммоль/л	5,43±0,09	5,66±0,13	3,85±0,15***	3,19±0,09***

Примечание: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001

Концентрация альбумина в сыворотке крови в опытных группах свидетельствует об активном питании рыб и обменных процессах, особенно в I группе – повышение альбуминов на 80 % (P<0,05) по сравнению с контролем.

Анализ содержания креатинина показал, что при введении в рацион стерляди пробиотика его уровень повышается в 2,5 раза (P<0,001) относительно контроля, а при введении НЧ снижается на 20 % (P<0,05), при совместном же введении пробиотика и НЧ достоверных различий не отмечено. Содержание холестерина в крови в группах было на одном уровне, за исключением II опытной группы – достоверное снижение концентрации холестерина по сравнению с контролем на 18 % (P<0,05). В остальных группах достоверных различий не зафиксировано. В целом же содержание холестерина во всех группах находилось в пределах нормы (1,0-2,8 ммоль/л) [9].

Во всех опытных группах повысился общий билирубин по сравнению с контролем. Так, в I опытной группе – в 5 раз (P<0,01), во II – в 7 раз (P<0,001) и в III – в 13 раз (P<0,001).

Уровень мочевины во всех группах был на одном уровне (2,0-2,3 ммоль/л) за исключением II группы – повышение на 22,7 % по сравнению с контролем. Кроме того, во II группе наблюдали снижение концентрации мочевой кислоты на 63,7 % (P<0,001), в остальных же опытных группах констатировали достоверное её повышение, в I группе – на 95,1 % (P<0,001) и в III – на 35,4 % (P<0,05). Анализ триглицеридов показал снижение его концентрации на 13,6 % (P<0,05) во II группе и повышение на 39 % (P<0,001) – в III группе по сравнению с контролем.

Концентрация кальция в крови подопытных рыб находилась на одном уровне (1,59-1,73 ммоль/л) и достоверных различий не отмечено. Содержание железа характеризовалось повышением его в I группе на 85,3 % (P<0,05) и снижением в III группе на 30,8 % (P<0,05) по сравнению с контрольной группой, при введении в рацион рыб пробиотика и пробитика совместно с НЧ соответственно. Фосфор достоверно понизился во II и III опытных группах на 29,1 % (P<0,001) и 41,3 % (P<0,001) соответственно.

Исследования состава крови выявили изменения активности целого ряда ферментативных систем (табл. 3). Во всех опытных группах зафиксировано повышение активности АСТ и ЛДГ по сравнению с контролем: в I группе – на 100 % (P<0,001) и 37,6 % (P<0,001), во II – на 88,2 % (P<0,01) и 31,3 % (P<0,001), в III – на 20,4 % (P<0,05) и 18,8 % (P<0,001) соответственно. Отмечено снижение активности АЛТ во всех опытных группах: в I группе – на 16,4 % (P<0,01), во II – на 24,4 % (P<0,001) и в III – на 10,7 % (P<0,05). Анализ ГГТ показал повышенную её активность (на 64,8 %; P<0,001) у рыб I группы по сравнению с контролем.

Таблица 3. **Активность ферментов в крови молоди стерляди**

Показатель	Группа			
	контроль	I опытная	II опытная	III опытная
АЛТ, Ед/л	314,5±6,0	262,9±7,5**	237,8±5,3***	280,9±7,6*
АСТ, Ед/л	99,9±4,5	199,8±6,6***	188±15,0**	120,3±6,4*
ГГТ, Ед/л	88±4,1	145±5,9***	67±2,5**	83±3,6
ЛДГ, Ед/л	479±8,7	659±10,5***	629±6,6***	569±6,4***
Щелочная фосфатаза, Ед/л	205±10,0	132±8,5***	115±7,4***	214±8,0
α-амилаза, Ед/л	1965±13,6	2116±14,2***	2044±9,6**	2090±10,0***
р-амилаза, Ед/л	64,5±3,3	78,6±4,1*	74,9±4,4*	58,9±4,0
Липаза, Ед/л	2,4±0,1	8,2±0,3***	4,5±0,3***	4,5±0,2***

Примечание: * – P≤0,05; ** – P≤0,01; *** – P≤0,001

К концу эксперимента констатировали достоверное снижение активности щелочной фосфатазы в I группе на 35,6 % (P<0,001) и во II – на 44 % (P<0,001), что говорит о положительном влиянии кормов на физиологическое состояние рыб. Показатели α-амилазы в опытных группах были достоверно выше контроля: в I группе – на 7,7 % (P<0,001), во II – на 4 % (P<0,01) и в III – на 6,4 % (P<0,001). Также наблюдалось повышение р-амилазы в I и II опытных группах на 21,8 % (P<0,05) и 16,1 % (P<0,05) соответственно. Активность липазы в опытных группах была достоверно выше контроля: в I группе – на 41,7 % (P<0,001), во II – на 18,8 % (P<0,001) и в III – на 18,8 % (P<0,001).

Обсуждение полученных результатов.

Анализ полученных данных показал, что включение в рацион стерляди НЧ и пробиотика положительно влияет на физиологическое состояние рыб, особенно при совместном использовании. В частности, повышение содержания эритроцитов на 39 % (P<0,05) и гемоглобина на 37,1 % (P<0,05) в III группе может говорить о более интенсивном обмене у рыб, является благоприятным признаком физиологического состояния, и это действие по эффекту сравнимо с витаминами С и B_{12} – стимуляторами иммунной системы и эритропоэза. Высокой уровень гемоглобина обеспечивает более интенсивные обменные процессы и свидетельствует об усилении внутреннего дыхания организма рыб и соответственно их резистентности [10],что подтверждают данные лейкоцитов III группы – повышение на 30,2 % (P<0,05), и является благоприятным фактором для роста и развития рыб. Например, в естественных условиях данный показатель увеличивается в весенний период и достигает минимума в период зимовки [11].

Во всех подопытных группах содержание эритроцитов, гемоглобина и гематокрита находилось в пределах физиологической нормы для молоди стерляди [12]. Анализ содержания тромбоцитов показал схожую динамику изменений с числом эритроцитов, так, наибольшее количество тромбоцитов зафиксировано в III опытной группе, но разница между контролем недостоверна. Установлено, что количество тромбоцитов повышается в периоды эритропоэза и свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии, кроме того, о хорошем состоянии стерляди судят по тромбокриту, и максимальное его содержание констатировали при введении в корм пробиотика и сплава НЧ Cu-Zn и оно было достоверно выше контроля 1,5 раза (P<0,05) [13].

Зафиксированное нами содержание белка в пределах нижней границы физиологической нормы (25 г/л) часто наблюдается у молоди осетровых при выращивании в индустриальных условиях и связано с уровнем стрессовой нагрузки, которая всегда присутствует при содержании рыбы в искусственных условиях [14]. Концентрация альбумина в сыворотке крови в опытных группах свидетельствует об активном питании рыб и обменных процессах, особенно в I группе – повышение альбуминов на 80 % (P<0,05) по сравнению с контролем [15].

Анализ триглицеридов показал его повышение на 39 % (P<0,001) лишь в III группе по сравнению с контролем. Повышение триглицеридов в крови свидетельствует о хорошей интенсивности роста молоди – увеличивается гидролиз триглицеридов в печени, который является основным источником энергии в обеспечении роста гидробионтов [16].

Клетки белой крови были представлены агранулоцитами и гранулоцитами. Агранулоциты представлены в основном лимфоцитами (85,7-92,1 %), что свидетельствует о высоком иммунном статусе подопытной рыбы. Уровень моноцитов (4,5-6,7 %) говорит об отсутствии патологических процессов в организме рыб и, как следствие, нормальном состоянии подопытных особей во всех группах [17, 18].

Отметим, что в I опытной группе при добавлении в рацион пробиотика констатировали значительное снижение числа гранулоцитов – в 3,3 раза (P<0,001) по сравнению с контролем, и это может свидетельствовать о гранулоцитозе и соответственно об аллергических реакциях рыб, которые подтверждаются снижением числа лимфоцитов на 41,7 % (P<0,05) и повышением уровня креатинина в 2,5 раза (P<0,001) и активности ГГТ на 64,8 % (P<0,001) относительно контроля [19]. Повышение креатинина может говорить о нарушении физиологического состоянии рыб – почечной недостаточности, но данные содержания холестерина не подтверждают этого [20].

Исследования состава крови выявили изменения активности целого ряда ферментативных систем. Зафиксированное повышение уровня АСТ и ЛДГ во всех опытных группах возможно связано с нарушениями процессов перекисного окисления липидов в мышечной ткани и печени, обусловленными интенсивным ростом стерляди, при котором выбрасывается большое количество продуктов метаболизма, и которое сопровождается повышением активности АЛТ [21, 22]. Но нами отмечено снижение активности АЛТ во всех опытных группах: в I группе – на 16,4 % (P<0,01), во II – на 24,4 % (P<0,001) и в III – на 10,7 % (P<0,05).

Уровень щелочной фосфатазы и снижение её в I группе на 35,6 % (P<0,001) и во II – на 44 % (P<0,001) говорит о положительном влиянии кормов на физиологическое состояние рыб, которые подтверждают данные повышения активности амилазы [23, 24].

Выводы.

Таким образом, основываясь на гематологических показателях стерляди, установили, что включение в рацион молоди стерляди пробиотического препарата Ветом 1.1. и НЧ сплава Cu-Zn положительно влияет на физиологическое состояние рыб, а наилучшие показатели были получены на фоне их совместного введения – констатировали повышение содержания эритроцитов на 39 % (P<0,05), гемоглобина – на 37,1 % (P<0,05), триглицеридов – на 39 % (P<0,001), гематокритного числа – на 5,7 % и тромбокрита – в 1,5 раза (P<0,05) по сравнению с контрольной группой.

Литература

1. Биологическая активность ионов, нано- и микрочастиц Cu и Fe в тесте ингибирования бактериальной биолюминесценции / Д.Г. Дерябин, Е.С. Алешина, Т.Д. Дерябина, Л.В. Ефремова // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2011. № 6. С. 31-36.

2. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, С.А. Мирошников, И.О. Лейпунский, И.П. Ольховская, Н.Н. Глущенко // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 2. С. 124-127.

3. Шульга Е.А. Пробиотики в кормлении осетровых рыб при товарном выращивании: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2009. 24 с.

4. Жандалгарова А.Д. Пробиотики нового поколения на основе родов *Bacillus, Bifidobacterium* и *Lactobacillus* в составе стартовых комбикормов как стимуляторы роста осетровых рыб // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. № 3. С. 35-37.

5. Сизова Е.А., Русакова Е.А., Сизов Ю.А. Некоторые биохимические и морфологические показатели крови при введении в организм наночастиц меди // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 308-309.

6. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Н.Н. Глущенко, С.П. Василевская // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6. С. 170-175.

7. Impact of nanoparticles on human and environment: review of toxicity factors, exposures, control strategies, and future prospects / M. Sajid, M. Ilyas, C. Basheer, M. Tariq, M. Daud, N. Baig, F. Shehzad // Environmental Science and Pollution Research. 2015. V. 22. Issue 6. P. 4122-4143.

8. Пономарёв С.В, Иванов Д.И. Осетроводство на интенсивной основе. М.: Колос, 2009. 312 с.

9. Назыров А.Д. Биоаккумуляция тяжёлых металлов, диоксинов и влияние на гематологические и биохимические показатели гидробионтов р. Уфа: автореф. дис. … канд. биол. наук. Уфа, 2003. 23 с.

10. Эколого-физиологическая характеристика рыб малых рек Южного Урала / Н.Г. Курамшина, Э.Э. Нуртдинова, А.Д. Назыров, Г.Д. Виноградов, А.Ю. Матвеева, О.В. Богатова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 4(179). С. 240-243.

11. Корабельникова О.В. Физиолого-биохимические показатели осетровых рыб (*Acipenseridae Bonaparte*, 1832) при выращивании в индустриальных хозяйствах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 25 с.

12. Бахарева А.А. Научно-обоснованные методы повышения продуктивности ремонтно-маточных стад осетровых рыб за счет оптимизации технологии кормления и содержания в условиях рыбоводных хозяйств Волго-Каспийского бассейна: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Усть-Кинельский, 2016. 32 с.

13. Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А. Тромбоциты рыб и других групп позвоночных. Ростов н/Д: АзНИИРХ, 2003. 72 с.

14. Atlas of blood cells: function and pathology / D. Zucker-Franklin, M. F. Greaves, C. E. Grossi et al. Milan. 1981. Vol. 1. P. 255.

15. Лукьяненко В.И., Хабаров М.В. Альбуминовая система сыворотки крови разных по экологии видов осетровых рыб: монография. Ярославль: Верхневолж. отд. РЭА, 2005. 232 с.

16. Features of the effect of a complex probiotic with bacillus bacteria and the larvae of hermetia illucens biomass on mozambique tilapia (*oreochromis mossambicus × o. niloticus*) and russian sturgeon (*acipenser gueldenstaedti*) fry / N.A. Ushakova, A.I. Bastrakov, A.A. Kozlova, D.S. Pavlov, S.V. Ponomarev, Y.M. Bakaneva, Y.V. Fedorovykh, A.D. Zhandalgarova // Biology Bulletin. 2016. T. 43. № 5. P. 450-456.

17. Абдуллаева Н.М., Рамазанова М.Г., Габибов М.М. Изучение физиологического состояния осетровых рыб среднего Каспия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 2-1. С. 7-9.

18. Analysis of the leukogram of sturgeons (*Acipenser baerii (Brandt)* and *A. gueldenstaedtii (Brandt)*) grown in artificial reservoirs / N.M. Abdullaeva, M.M. Gabibov, P.A. Asadulaeva, M.G. Ramazanova // Inland Water Biology. 2015. T. 8. № 4. P.421-425.

19. Лапирова Т.Б. Влияние перметрина на лейкоцитарную формулу молоди осётра // Токсикологический вестник. 2009. № 6. С. 21-24.

20. Многолетний мониторинг физиологического состояния основных видов каспийских осетровых рыб / Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин, В.П. Аксёнов, О.А. Левина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 88-98.

21. Р.А. Гулиев, Э.И. Мелякина. Некоторые биохимические показатели крови рыб дельты Волги // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 85-91.

22. Pronina G.I. Physiological and immunological features of males and females of the immunologically resistant carp breed (Cyprinus carpio L.) // AACL Bioflux. 2017. Volume 10(2). P. 335-340.

23. Влияние кормовой синбиотической добавки нового поколения «ПроСтор» на рыбоводно-биологические и гематологические показатели молоди русского осётра / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, А.И. Правдин // Главный зоотехник. 2017. № 7. С. 30-35.

24. Опыт выращивания гибрида «русский осётр×ленский осётр» (*Acipenser queldenstqdtii brandt et ratzeburg*, 1833 x *Acipenser baerii, brandt* 1869) в установке замкнутого водоснабжения / О.А. Левина, И.П. Степанова, Г.Ф. Металлов, М.Н. Сорокина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2015. № 3(7). С. 17-25.

Мирошникова Елена Петровна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, сот.: 8-987-862-98-86, e-mail: elenaakva@rambler.ru

Аринжанов Азамат Ерсаинович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, сот.:8-922-806-33-43, e-mail: arin.azamat@mail.ru

Килякова Юлия Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, сот.: 8-961-920-40-64, e-mail: fish-ka06@mail.ru

Мирошникова Мария Сергеевна, студент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, сот.: 8-9228-67-57-10, e-mail: mary-zayka@mail.ru

Маленкина Ксения Александровна, студент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры факультета прикладной биотехнологии и инженерии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, сот.: 8-922-824-71-54, e-mail: malyonkina.m@yandex.ru

Мирошников Иван Сергеевич, научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-922-806-01-01, e-mail: sparco911@rambler.ru

Поступила в редакцию 9 июля 2018 года

UDC 579.62:(612.11:597.442):[615.33+669.35.5]

Miroshnikova Elena Petrovna[1], Arinjanov Azamat Yersainovich[1], Kilyakova Yuliya Vladimirovna[1], Miroshnikova Maria Sergeevna[1], Malenkina Ksenia Aleksandrovna[1], Miroshnikov Ivan Sergeevich[1,2]

[1] *FSBEI HE «Orenburg State University»,* e-mail: elenaakva@rambler.ru

[2] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: sparco911@rambler.ru

Hematological parameters of young sterlet against the background of the combined use of *Bacillus subtilis* and Cu-Zn alloy nanoparticles

Summary. The article presents the results of research on morphological and biochemical parameters of blood of young sterlet after using *Bacillus subtilis* and nanoparticles of Cu-Zn alloy. 60 young sterlet individuals (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) were used, they were divided into 4 groups (n=15) by analogues method. At the end of the preparatory period (15 days), the experimental fish were transferred to the regime of the main accounting period (45 days), it supposed to feed the control group with the main diet, the I experimental group in addition to the main diet received probiotic preparation, II experimental – nanoparticles of Cu-Zn, III experimental – probiotic preparation and Cu-Zn nanopaticles. *Bacillus subtilis* (strain VKPM V-7092) was used as a probiotic in the experiment as part of the Vetom 1.1 preparation.

The analysis of hematological parameters of young sterlet showed that the inclusion of nanoparticles and probiotic in the diet of sterlet positively influences on the physiological state of fish. No significant differences in hemoglobin and erythrocytes were recorded, except for group III, an increase in erythrocyte content by 39 % (P<0.05) and hemoglobin – by 37.1 % (P<0.05), as compared to the control group, in addition, the maximum of the hematocrit number (20.9 %) was recorded, which is associated with an increase in the level of erythrocytes in this group. The concentration of platelets had a change in the dynamics of changes with the number of erythrocytes, so the highest number of platelets was recorded in group III, but the difference with control is insignificant. In the rest of the experimental groups, platelet counts were observed: in the I experimental group 39.8 % (P<0.05) and in the II experimental group – by 46.7 % (P<0.05). The analysis of the morphological composition of the blood revealed an increase in the content of leukocytes when administered into the sterility of the probiotic and the Cu-Zn nanoparticles (III group) by 30.2 % (P<0.05) as compared to the control.

Cells of white blood were represented by agranulocytes and granulocytes. Agranulocytes are mainly represented by lymphocytes (85.7-92.1 %), which indicates a high immune status of experimental fish. Monocytes in all groups were low (4.5-6.7 %), with significantly lower values compared to control in I and III experimental groups by 32.8 % (P<0.05) and 25.4 % (P<0.05) respectively. The level of granulocytes in all experimental groups was at the same level (6-7 %), except for the I experimental group, a significant decrease in the number of granulocytes – by 3.3 times (P<0.001) compared with the control group. An analysis of creatinine content showed that after probiotic was administered to the diet of sterlet, its level increases by 2.5 times (P<0.001) relative to the control, and after administration of nanoparticles it decreases by 20 % (P<0.05), after the joint introduction of probiotic and NPs no significant differences were registered. The content of cholesterol in all groups was within the normal range. The analysis of triglycerides showed a decrease in its concentration by 13.6 % (P<0.05) in group II and an increase of 39 % (P<0.001) in group III compared to control. In all experimental groups, an increase in the activity of AST and LDH was observed in comparison with control: in group I – by 100 % (P<0.001) and 37.6 % (P <0.001), in II – by 88.2 % (P <0 01) and 31.3 % (P<0.001), in III – by 20.4 % (P<0.05) and 18.8 % (P<0.001), respectively, and decreased ALT activity: in group I – at 16,4 % (P <0,01), in II – by 24,4 % (P<0,001) and in III – by 10,7 % (P<0,05).

Based on the received hematological data, it was found that the best results were obtained against the background of the combined introduction of the probiotic and Cu-Zn nanoparticles into the diet of sterlet.

Key words: sterlet, *Bacillus subtilis,* copper and zinc nanoparticles, feeding, hematological parameters.

УДК 636.043

Переваримость собаками питательных веществ готовых сухих кормов «Royal Canin» и приготовляемого корма из натуральных продуктов

К.В. Гилёв, В.А. Ситников

ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Аннотация. В балансовом опыте служебным собакам в условиях питомника Пермского института ФСИН РФ зимой скармливались сухие корма:«Royal Canin Club Energy H.E.», «Royal Canin Energy 4300» и приготовляемый корм в условиях кормокухни из натуральных продуктов.

При сравнении готовых сухих кормов разного достоинства и корма собственного приготовления для кормления служебных собак наилучшие результаты по переваримости питательных веществ были получены в I опытной группе, где использовался корм марки «Royal Canin Club Energy H.E.», что подтверждается повышенной энергией роста собак, обусловленной получением среднесуточного прироста живой массы до 24,0 г и превосходством по биохимическому составу крови по сравнению со II опытной и контрольной группами.

Суточный рацион, основанный на корме «Royal Canin Club Energy H.E.», массой 600 г оказался дешевле на 18 руб. в сравнении с 600 г «Royal Canin Energy 4300».

Рацион собак на корме «Royal Canin Energy 4300», превышая нормы кормления по содержанию: жира в 2,5 раза, фосфора – на 3,48 %, витамина А – в 4,5 раза, витамина D – в 3 раза, обменной энергии – на 10,48 %, по обменной энергии превышал контрольную группу на 12,74 % и I опытную – на 4,78 % и использовался собаками значительно хуже в сравнении с кормом «Royal Canin Club Energy H.E.». Из-за увеличения затрат на кормление и низкой эффективностью использования питательных веществ по результатам данного опыта не рекомендуется для кормления в условиях вольерного содержания служебных собак.

Приготовляемый корм в связи с отсутствием периодического анализа состава ингредиентов не был достаточно сбалансирован по протеину, что привело к понижению коэффициентов переваримости и усвояемости и соответственно сказалось на росте собак. Дальнейшее его применение требует проведения систематического анализа состава и своевременной корректировки ингредиентов в сторону увеличения протеина.

Ключевые слова: собаки, сухие корма, «Royal Canin Club Energy H.E.», «Royal Canin Energy 4300», рацион собак, питательность корма, переваримость корма, прирост живой массы, кровь.

Введение.

Одной из главных задач служебного собаководства является создание условий для животных, обеспечивающих их максимально продолжительное использование [1, 2].

Для кормления собак в настоящее время всё больше используются различные виды готовых (промышленных) кормов, что позволяет снизить затраты, связанные с кормлением [3-7].

Сухие корма получают путём экструдирования смеси разных компонентов, при котором в биохимическом составе происходит денатурация белка, гидролиз сложных углеводов, обеззараживание конечного продукта, что повышает переваримость собаками питательных веществ [4].

Ассортимент готовых сухих кормов довольно разнообразен, рецептура их состава тоже разная, соответственно и цены разные, но принцип формирования стоимости корма таков – чем выше концентрация энергии в 100 г, тем он дороже [8].

В то же время рядом исследователей доказано, что если приготовляемый корм достаточно сбалансирован по питательным веществам, то его применение полезно с физиологической стороны и экономической эффективности [9-13].

На данный момент не достаточно изучено влияние кормления сухими кормами суперпремиум и премиум классов на физиологическое состояние собак в условиях питомников вольерного типа Западного Урала, в которых содержатся служебные собаки практически всех силовых структур России.

Поэтому вопрос, связанный с оптимальным способом кормления при максимальной экономической эффективности с сохранением физиологического состояния и функциональной активности служебных собак, является актуальным [12].

Для этого по заданию ГУ ФСИН России на питомнике Пермского института ФСИН РФ был проведён научно-хозяйственный опыт, а по его завершении – балансовый.

Цель исследования.

Выявление корма, наиболее удовлетворяющего потребности собак, позволяющего при этом сэкономить бюджетные средства на организацию кормления животных.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Служебные собаки породы немецкая овчарка живой массой 30 кг питомника ФКОУ ВО Пермский институт ФСИН России и городка служебных собак ФКУ ИК-29 г. Пермь.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Балансовый опыт проводили в последнюю декаду научно-хозяйственного опыта на 3 кобелях из каждой группы по схеме (табл. 1) и методике В.С. Антоновой и др. [14].

Таблица 1. **Схема опыта**

Группа	n	Возраст, мес.	Живая масса, кг	Условия кормления	Продолжительность учётного периода, сут.
Контрольная	3	27,0±0,38	33,04±0,58	Приготовляемый корм	5
I опытная	3	27,0±0,33	34,54±0,25	Royal Canin Club Energy H.E.	5
II опытная	3	27,3±0,44	33,59±0,35	Royal Canin Energy 4300	5

В опыте сравнивались:

- сухой корм «Royal Canin Club Energy H.E.» – полнорационный корм для взрослых собак с повышенной физической нагрузкой, стоимостью 220 руб./кг;
- сухой корм «Royal Canin Energy 4300» – полнорационный высококалорийный корм для взрослых собак при кратковременных интенсивных нагрузках, умеренной физической активности, 250 руб./кг. Повышенная стоимость «Royal Canin Energy 4300» связана с высокой концентрацией энергии за счёт жира, а также витаминов;
- приготовляемый корм в условиях кормокухни из натуральных продуктов.

Норма кормления принята для собак, содержащихся в зимний период в условиях вольера и работе на холоде [2].

Кормление собак было организовано из расчёта: сухие готовые корма –600 г на голову в сутки, приготовляемый – 4500 г согласно приказу силового ведомства [15].

Методикой предусматривалось: ежедневный сбор выделений мочи, кала животных и отбор средних проб в размере 10 % от суточного сбора для анализа химического состава по методике Е.А. Петуховой и др. [16]; учёт динамики живой массы собак путём взвешивания на весах с точностью до 0,1 кг; отбор проб крови из ярёмной вены плеча в количестве 15 мл для анализа биохимического состава по методике П.Т. Лебедева, А.Т. Усовича [17].

Оборудование и технические средства. Анализ кормов, выделений животных, крови проводили в биохимическом отделе сертифицированной лаборатории Государственного бюджетного учреждения ветеринарного контроля «Пермский ветеринарный диагностический центр» г. Пермь.

Статистическая обработка. Биометрическую обработку результатов исследований проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) по методике Меркурьевой Е.К., Шангин-Березовского, разницу считали достоверной по критерию Стьюдента между контрольной и опытными группами и обозначали в таблицах знаком * – при P<0,05, ** – при P<0,01, *** при P<0,001, а между опытными группами – знаком ^P<0,05, ^^P<0,01 ^^^ P<0,001 [18].

Результаты исследования.

Скармливаемые рационы в связи с различной влажностью пересчитывали на содержание питательных веществ в сухом веществе (табл. 2).

Таблица 2. **Состав и питательность рационов собак**

Показатель	Норма [2]	Корм		
		приготовляемый	Royal Canin Club Energy H.E.	Royal Canin Energy 4300
Влажность, %	-	87,35	8,44	5,97
Суточная дача, г	-	4500	600	600
Сухое вещество, г	-	569,1	549,4	564,2
Обменная энергия, кДж	10300	10094	10860	11380
Сырой протеин, г	175	169	185	175
Сырой жир, г	45	47	93	111
БЭВ, г	316	313	220	220
Сырая клетчатка, г	24	17	18	13
Зола, г	-	23	39	45
Кальций, г	7,9	7,0	6,6	7,5
Фосфор, г	6,6	6,1	5,9	6,8
Витамин А, тыс. МЕ	3,0	3,2	4,0	13,9
Витамин D, МЕ	210	235	360	600

Масса приготовляемого корма из-за высокой влажности при варке кашицы составила 4500 г, но в пересчёте на сухое вещество равнялась 569,1 г с концентрацией обменной энергии 10094 кДж, в I опытной – соответственно 549,4 г, 10860 кДж и во II – 564,2 г, 11380 кДж.

В контрольной группе собак, получавших приготовляемый корм, потребляемая обменная энергия меньше нормы на 2,00 %, по протеину рацион не обеспечивал норму на 3,78 %, клетчатке – на 30,83 %, кальцию – на 11,39 %, фосфору – на 8,03 %, по содержанию жира и безазотистым экстрактивным веществам (БЭВ) – в норме, выше нормы витамин А – на 8,00 %, витамин D – на 11,90 %. Содержание зольных элементов – минимальное, что может говорить о довольно хорошей питательности приготовляемого корма в данном эксперименте.

В I опытной группе собак, получавших корм «Royal Canin Club Energy H.E», потребляемый рацион по обменной энергии превышал норму кормления на 5,44 %, по содержанию протеина – на 5,70 %, жира – в 2 раза по сравнению с нормой и приготовляемым кормом, витамина А – выше нормы на 34,00 %, витамина D – на 71,43 %. Но БЭВ содержалось ниже нормы на 39,45 %, клетчатки – на 24,71 %, кальция – на 16,58 %, фосфора – на 10,50 % при общем превышении зольных веществ по сравнению с рационом контрольной группы.

Потребляемый рацион с «Royal Canin Energy 4300» во II опытной группе по обменной энергии превышал норму кормления на 10,48 %, контрольную группу – на 12,74 % и I опытную – на 4,78 %. По содержанию жира превышал норму в 2,5 раза, фосфора – на 3,48 %, витамина А – выше в 4,5 раз, витамина D – в 3 раза, протеин – почти в норме (-0,5 %). По БЭВ норма кормления не обеспечивалась на 39,36 %, клетчатке – на 46,42 %, кальцию – на 5,06 %, а зольных веществ содержалось больше в 2 раза в сравнении с приготовляемым кормом.

Кальций-фосфорное соотношение было ближе к норме в рационе у приготовляемого корма – 1,15:1, в рационе на корме «Royal Canin Club Energy H.E.» – 1,11:1, у «Royal Canin Energy 4300» – 1,10:1.

Учётом поедаемости кормов в ходе балансового опыта несъеденных остатков не наблюдалось. В последующем, исходя из объёма и химического состава выделенного кала, вычислили коэффициенты переваримости питательных веществ (табл. 3).

Таблица 3. **Коэффициенты переваримости и усвояемости питательных веществ, % (X±Sx)**

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Сырой протеин	73,86±0,80	88,51±0,36***^^^	75,02±0,17
Сырой жир	85,98±0,52	97,07±0,72***^^	92,65±0,40***
Сырая клетчатка	37,29±1,76	38,48±0,40	37,36±0,40
БЭВ	72,09±1,20	86,00±0,93***	84,99±0,68**
Органическое вещество	72,77±0,99	87,24±0,40***^^^	82,10±0,29***
Сухое вещество	71,57±1,00	84,26±0,39***^^^	78,73±0,35***

Собаки I опытной группы лучше переваривали сырой протеин на 14,65 % (P<0,001), сырой жир – на 11,09 % (P<0,001), сырую клетчатку – на 1,19 %, БЭВ – на 13,91 % (P<0,001), органическое вещество – на 14,47 % (P<0,001) и в целом усваивали сухое вещество – на 12,69 % (P<0,001) в сравнении с контрольной группой.

Животные II опытной группы по сравнению с аналогами контрольной группы лучше переваривали сырой протеин на 1,16 %, сырой жир – на 6,67 % (P<0,001), сырую клетчатку – на 0,07 %, БЭВ – на 12,90 %, органическое вещество – на 9,33 % (P<0,001) и в целом усваивали сухое вещество – на 7,16 % (P<0,001).

При этом установлена достоверная разница в коэффициентах переваримости между опытными группами в пользу собак, получавших сухой корм «Royal Canin Club Energy H.E.» с большим содержанием протеина, по сырому протеину – на 13,49 % (P<0,001), сырому жиру – на 4,42 % (P<0,01), сырой клетчатке – на 1,12 %, БЭВ – на 1,01 %, органическому веществу – на 5,14 % (P<0,001) и в целом сухому веществу – на 5,53 % (P<0,001). Таким образом, установлено, что собаки на корме «Royal Canin Club Energy H.E.» более эффективно использовали питательные вещества по сравнению с аналогами на корме «Royal Canin Energy 4300» и приготовляемом.

Подтверждением повышенных коэффициентов переваримости служат результаты взвешиваний собак (табл. 4).

Таблица 4. **Динамика живой массы собак балансового опыта**

Группа	n	Живая масса, кг		Прирост массы, кг	Средний суточный прирост, г
		на начало опыта	по окончании		
Контрольная	3	33,04±0,58	33,08±0,29	0,04±0,01	8
I опытная	3	34,54±0,25	34,66±0,08*^	0,12±0,05	24
II опытная	3	33,59±0,35	33,63±0,26	0,04±0,02	8

Полученные данные динамики живой массы собак в учётный период балансового опыта совпадают с общей статикой по группам подопытных животных за весь период наблюдения, и тем самым подтверждается, что использование корма «Royal Canin Club Energy H.E» способствовало лучшему развитию животных, это выразилось получением среднесуточного прироста в 24 г, что в 3 раза превысило показатель контрольной и II опытной групп (P<0,01).

О благоприятном или отрицательном влиянии любой добавки, типа кормления можно судить по биохимическому составу крови, который представлен в таблице 5.

Таблица 5. **Биохимический состав крови по окончании эксперимента, n=3 (X±Sx)**

Показатель	Норма [2]	Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Общий белок, г/л	59,0-76,0	62,07±0,22	67,46±1,73*	65,75±1,47
Альбумин, %	48,0-57,0	48,42±3,17	51,21±0,72	52,80±2,60
α глобулин, %	20,0-25,0	24,57±4,41	20,87±1,45	20,14±2,66
β глобулин, %	10,0-16,0	15,84±1,87	10,68±1,40	10,49±2,80
γ глобулин, %	10,0-14,0	10,06±0,66	13,52±2,45	13,70±2,23
Глюкоза, ммоль/л	3,4-5,6	3,16±0,07	3,37±0,26	3,13±0,28
Кальций, ммоль/л	2,5-3,13	2,63±0,21	2,81±0,10	2,73±0,11
Фосфор, ммоль/л	1,0-2,0	1,44±0,07	1,46±0,16	1,43±0,29
АСТ, Ед/л	8,9-48,5	18,68±2,05	43,87±7,66*	28,01±6,48
АЛТ, Ед /л	8,2-37,3	11,13±1,52	17,48±2,63	15,41±3,09
Амилаза, U/L	269-1462	312,7±3,02	320,8±34,25	369,9±31,58
Холестерин, ммоль/л	3,0-6,6	4,90±0,31	5,96±0,56	5,75±0,44
Креатинин, мкмоль/л	44,0-138,0	112,70±5,82	135,50±7,29^	113,25±4,82

Исходя из полученных результатов анализа крови животных, можно сделать вывод, что все показатели, кроме глюкозы, во всех трёх группах находились в пределах нормативных значений и имели незначительные колебания.

Наиболее соответствовал нормативным показателям биохимический состав крови собак I опытной группы, установлена достоверная разница между I опытной группой и контрольной по содержанию общего белка на 8,68 % (P<0,05), фермента АСАТ – на 134,85 % (P<0,05).

В крови собак I опытной группы содержание креатинина достоверно превышало показатель II опытной на 20,23 % (P<0,05), контрольной – на 19,65 %.

Достоверность разницы по другим показателям биохимического состава между опытными животными, несмотря на высокий уровень показателей в I опытной группе, не выявлена в связи со значительной величиной ошибки показателя среднего значения внутри групп, что можно объяснить индивидуальными особенностями собак.

Обсуждение полученных результатов.

Из конечных результатов балансового опыта следует, что наиболее эффективным в кормлении собак оказался корм «Royal Canin Club Energy H.E», в котором соотношение питательных веществ было оптимальным, особенно по протеину в сравнении с другими используемыми кормами, что согласуется с нормами кормления для служебных собак в условиях вольерного содержания и с полученными результатами других исследователей [1, 2, 19].

Корм «Royal Canin Energy 4300» очень насыщен жирами, использование такого корма длительное время может привести к жировому перерождению печени [2, 13, 19], поэтому у собак на этом корме выявлена низкая переваримость питательных веществ.

Рядом исследований установлено, что длительное кормление сухими кормами не отвечает в полной мере физиологии пищеварения собак и приводит к возникновению заболевания печени и соответственно желудочно-кишечного тракта, в связи с этим приходится применять лекарственные препараты или биологически активные вещества [2, 19].

В готовых сухих кормах выявлен низкий уровень клетчатки, недостаток которой может приводить к нарушениям перистальтики кишечника [19], кроме того наблюдается значительное количество зольных элементов, кроме кальция и фосфора, которые играют просто роль балласта, возможно компенсируя недостаток клетчатки.

В практике служебного собаководства сухие корма перед скармливанием замачиваются в воде, что в какой-то мере приближает их к приготовляемому корму [9-12, 19].

Расчётом стоимости суточных рационов установлено, что: в I опытной группе он составил (220 руб./кг*0,6 кг) 132 руб.; во II – (250 руб./кг*0,6 кг) 150 руб.; контрольной (79 руб. (стоимость набора кормов)+4 Квт/час (на варку каши)*4,5 руб.) 97 руб.

Из произведённых расчётов следует, что использование корма «Royal Canin Club Energy H.E» в кормлении собак по сравнению с кормом «Royal Canin Energy 4300» даёт 18 руб. экономии денежных средств в расчёте на кормодень, обеспечив при этом хорошее развитие животных.

Что касается приготовляемого, то в сравнении с «Royal Canin Club Energy H.E» получилось 35 руб. экономии на кормодень. Но если учесть дальнейшие затраты на холодильное оборудование, транспортные расходы на заготовку продуктов из разных точек, то экономия уменьшится, да и физиологическое состояние собак в нашем эксперименте не соответствовало в полной мере требованиям служебного собаководства.

Выводы.

1. В балансовом опыте при сравнении готовых сухих кормов разного достоинства и корма собственного приготовления для кормления служебных собак наилучшие результаты по переваримости питательных веществ были получены в I опытной группе, где использовался корм марки «Royal Canin Club Energy H.E.», что подтверждается повышенной энергией роста собак, обусловленной получением среднесуточного прироста живой массы до 24,0 г, и превосходством по биохимическому составу крови по сравнению со II опытной и контрольной группами.

2. Сухой готовый корм марки «Royal Canin Energy 4300» для кормления служебных собак в условиях вольерного содержания не рекомендовать, а корм собственного приготовления скорректировать по составу продуктов и особенно по белку.

Для более полного суждения о применении кормов необходимо проведение дополнительных исследований с оценкой выполнения собаками служебных функций и клинических показателей физиологического состояния.

Литература

1. Зорин В.Л., Зорина А.И. Кормление собаки. Всё, что нужно знать. М.: Аквариум-Принт, 2012. 112 с.

2. Хохрин С.Н., Рожков К.А., Лунегова И.В. Кормление собак. СПб.: Лань, 2015. 287 с.

3. Качалкова Т.В. Влияние различных типов кормления на физиологическое состояние собак: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Тюмень, 2005. 22 с.

4. Макаренко Л.Я., Колокольцова Е.А., Макаренко Г.В. Эффективность усвоения собаками питательных веществ из экструдированных кормов // Актуальные вопросы кормопроизводства и кормления животных: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Пермь: Пермская ГСХА, 2014. С. 47-49.

5. The European Pet Food Industry Federation: Nutritional Guidelines / Britta Dobenecker, Wouter Hendrix et al. // Ahlstrom Systein. Bruxelles: Publication May, 2014. 99 p.

6. Ишмуратов Х.Г., Хасанова И.Р., Шадрина А.В. Состав, питательность и нормы ввода корма Doctor Dog в рационы кормления служебных собак // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXV Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Уфа: Баш. ГАУ, 2015. Часть II. С. 211-214.

7. Романцева Т.А., Торжков Н.И. Влияние сухих кормов на работоспособность служебных собак // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2015. № 1(25). С. 56-60.

8. Есаулова Л.А., Астафурова Е.В. Анализ кормления и исследование качества сухих полнорационных кормосмесей для собак // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2013. № 4. С. 180-185.

9. Горшков В.В. Влияние типа кормления на продуктивные особенности служебных собак // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 5. С. 113-117.

10. Беляев В.Д., Ибишов Д.Ф. Характеристика питательности кормов и их влияние на физиологические показатели собак породы немецкая овчарка // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4. С. 150-152.

11. Ситников В.А., Беляев В.Д. Переваримость питательных веществ рационов собаками породы немецкая овчарка при различных типах кормления [Электронный ресурс] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 11. Ч. 5. С. 931-934.

12. Плотников Д.В., Ситников В.А. Влияние типа кормления на физиологическое состояние собак в условиях городка для содержания служебных собак // Пермский аграрный вестник. 2017. № 4(20). С. 129-134.

13. Skinke L.,Yanuskevicius A. Prospect of use of nutrients fiber, applying different feeding manners, to reduce obesity in dogs // Veterinarijair zootechnika. 2015. № 71. P. 52-60.

14. Антонова В.С., Топурия Г.М., Косилов В.С. Методология научных исследований в животноводстве: учеб. пособие. Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2011. 246 с.

15. Приказ ФСИН № 330 от 13 мая «Об утверждении норм обеспечения кормами (продуктами) и норм замены кормов (продуктов) при обеспечении штатных животных учреждений и органов уголовно-исполнительной системы в мирное время». М.: Минюст. РФ, 2008. 55 с.

16. Зоотехнический анализ кормов: учеб. пособие / Е.А. Петухова, Р.Ф. Бессарабова, Л.Д. Халенева и др. М.: Агропромиздат, 1989. 238 с.

17. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 1976. 389 с.

18. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии: учеб. пособие. М.: Колос, 1983. 400 с.

19. Медведев В.М., Голдырев А.А., Ситников В.А. Эффективность использования бетулина в кормлении собак: монография. Пермь: ФКОУ ВПО Пермский институт ФСИН России, 2015. 100 с.

Гилёв Константин Викторович, аспирант кафедры животноводства ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23, тел.: 8-982-441-73-37, e-mail: konstant-g@mail.ru

Ситников Владимир Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры кормления и разведения сельскохозяйственных животных ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова», 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23, тел.: 8(342)2-179982; 8-912-988-39-50, e-mail: sitnikov.59@mail.ru

Поступила в редакцию 3 июля 2018 года

UDC 636.043

Gilyov Konstantin Viktorovich, Sitnikov Vladimir Alekseevich

FSBEI HE «Perm State Agrarian Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov»,
e-mail: sitnikov.59@mail.ru

Digestibility of nutrients from ready-made dry feed «Royal Canin» and cooked feed from natural products by dogs

Summary. In the digestion trial in winter service dogs were fed with dry feed «Royal Canin Club Energy H.E.», «Royal Canin Energy 4300» and feed cooked from natural products in the feeding centre in the conditions of the nursery of the Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia.

Comparing ready-made dry feed of different type and feed of own preparation for feeding of service dogs, the best results on digestibility of nutrients were obtained in the I experimental group, where «Royal Canin Club Energy H.E.» was used, it is confirmed by the increased energy of growth dogs due to the average daily gain of live weight up to 24.0 g and the superiority of the biochemical composition of blood in comparison with the II experimental and control groups.

The daily diet based on «Royal Canin Club Energy H.E.», weighting 600 g, turned out to be cheaper by 18 rubles in comparison with 600 g «Royal Canin Energy 4300».

The diet of dogs fed with «Royal Canin Energy 4300», exceeding the feeding rate according to the content of: fat 2.5 times, phosphorus – by 3.48 %, vitamins A – by 4.5 times, vitamin D – by 3 times, exchange energy – by 10.48 %, according to exchange energy advanced over the control group by 12.74 %, and I group – by 4.78 % and was used by dogs considerably worse than «Royal Canin Club Energy H.E.». Due to the increase in feeding costs and low efficiency of using nutrients based on the results of this experience, it is not recommended for service dogs kept in crates.

Due to the lack of a periodic analysis of ingredients composition, the prepared food was not sufficiently balanced by protein; it led to a decrease in the digestibility and contributed to the growth of dogs. Its further application requires a systematic analysis of the composition and timely correction of ingredients in the direction of increasing protein.

Key words: dogs, dry feed, «Royal Canin Club Energy H.E.», Royal Canin Energy 4300», diet of dogs, nutrition, digestibility, live weight gain, blood.

УДК 635.21:631.526.32:631.67(470.56)

Оптимизация приёмов возделывания сортов картофеля Спиридон и Ред Скарлетт в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья

А.А. Мушинский, Е.В. Аминова, Е.В. Герасимова, Т.А. Пашинина

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. За последние десятилетие созданы экологически безопасные и нетоксичные для человека и природы препараты на основе природного сырья. Эти биопрепараты обладают полифункциональными свойствами и открывают новые подходы к управлению процессами метаболизма растений.

В течение 3-х лет мы изучали биопрепарат Мивал-агро при обработке клубней, надземной массы вегетирующих растений и комбинированной обработке клубней и растений. В результате проведённых исследований в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья выявлено положительное действие кремнийсодержащего биостимулятора роста Мивал-агро на рост и развитие растений, урожайность, товарность и качественные показатели клубней двух сортов картофеля. Предпосадочная обработка клубней увеличила число всходов на 6,0-7,9 % в сравнении с контролем, а комбинированное применение препарата Мивал-агро (обработка клубней перед посадкой, затем обработка вегетирующих растений) обеспечило максимальные показатели роста и развития растений, урожайности клубней сортов картофеля Ред Скарлетт (52,4 т/га) и Спиридон (43,1 т/га), а также содержания в клубнях сухого вещества (22,03-25,84 % в зависимости от сорта) и крахмала (15,14-17,0 %). Обработка клубней стимулятором роста в целом была эффективнее, чем фолиарная обработка растений. При использовании препарата для предпосевной обработки клубней картофеля прибавка урожайности составила 3 т/га (сорт Ред Скарлетт) и 4,5 т/га (сорт Спиридон), а при опрыскивании надземной части растений увеличение урожайности составило соответственно 1,4 и 3,9 т/га.

Таким образом, из изученных способов обработки биостимулятором Мивал-агро наибольшее влияние на рост и развитие, урожайность, товарность, содержание сухого вещества и крахмала двух изученных сортов картофеля оказал комбинированный способ (обработка клубней 2 г/т+обработка растений 20 г/га).

Ключевые слова: картофель, урожайность картофеля, сорт картофеля, биостимулятор Мивал-агро, чистая продуктивность фотосинтеза.

Введение.

В настоящее время важным направлением сельскохозяйственного производства является биологизация земледелия, т. е. обеспечение экологически чистыми продуктами питания, снижение загрязнения природной среды и сохранение плодородия почвы [1-3]. На сегодняшний день интенсивно используются различные биологически активные вещества с системным действием. Применение регуляторов роста способствует повышению продуктивности и получению качественной экологически безопасной продукции [4-6]. Их ассортимент и масштабы применения с каждым годом увеличиваются, что вызвано возможностью применять различные препараты в интенсивных системах земледелия для получения стабильно высоких урожаев [7]. Как утверждают исследователи [8-10], применение биостимуляторов роста на сельскохозяйственных культурах, включая и картофель, положительно влияет на рост и развитие растения и повышает его иммунитет. Эффективность таких препаратов, как Экстрасол-55, Эль-1, Циркон, Эпин, Микромак и др. освещена в достаточно большом количестве работ в научной периодике и подтверждена длительной апробацией в производстве [8].

В то же время есть и принципиально иная группа регуляторов роста, которые имеют в своём составе кремний различных видов и форм. Свойства этих биопрепаратов обусловлены не только содержанием этого недостаточно изученного элемента питания растений, но и формой, в которой

этот элемент представлен в препаратах – в неорганическом (ионном) состоянии или же в виде органических веществ. Последние оказываются не только носителями непосредственно кремния в доступной форме, но и веществами, проявляющими свой стимулирующий эффект на рост и развитие растений на биохимическом и физиологическом уровнях [11-15].

Эффективность применения кремнийсодержащих регуляторов роста при выращивании картофеля обоснована исследованиями ряда авторов [16-21]. Но при её оценке следует учитывать, что действие регуляторов роста в большой степени модифицируется почвенно-климатическими условиями и сортовыми характеристиками культуры.

Исходя из этого, возникает необходимость в проведении сравнительной агрономической оценки эффективности применения биостимулятора роста при возделывании картофеля применительно к орошаемым условиям степной зоны Оренбургского Предуралья.

Цель исследования.

Разработка приёмов технологии возделывания картофеля, направленных на повышение продуктивности сортов Спиридон и Ред Скарлетт за счёт применения биостимулятора роста Мивал-агро.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Картофель сортов Спиридон (районированный) и Ред Скарлетт и их реакция на применение биостимулятора роста Мивал-агро.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Почва опытного участка – чернозём южный, остаточно-луговатый слабогумусированный среднемощный тяжело- и среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2 %, характеризуется низкой обеспеченностью подвижными формами азота (6,35 мг/100 г почвы) и фосфора (8,63-9,96 мг/100 г) и средней (22 мг/100 г) – обменного калия.

Схема эксперимента. Эксперимент проводился в 2014-2016 гг. на орошаемом участке ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района.

Опыт – двухфакторный. Фактор А – сорта картофеля Спиридон и Ред Скарлетт. Фактор В – способ и время обработки препаратом Мивал-агро: обработка семенных клубней дозой 2 г препарата на 1 т, обработка растений в фазу бутонизации дозой 20 г на 1 га, комбинированное применение препарата, т. е. обработка семенных клубней и обработка растений. Контрольным вариантом в опыте служил вариант без обработки. Размещение вариантов в повторениях – систематическое. Повторность опыта – трёхкратная.

При закладке опытов и проведении исследований руководствовались методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [22] и методикой исследований по культуре картофеля [23].

Агротехника, применяемая на экспериментальном участке, полностью соответствовала общепринятой для зоны возделывания картофеля. Посадку картофеля проводили в полугребни картофелесажалкой с одновременным протравливанием клубней. Расчётная густота посадки – 50 тыс. клубней на 1 га, норма внесения удобрений – $N_{75}P_{120}K_{112}$..

Для поддержания влажности активного слоя почвы на экспериментальном поле не ниже 75-80 % НВ за годы исследования проводили от 6 до 9 поливов дождевальной машиной с оросительной нормой 2750-3600 м^3/га.

Уборка картофеля проводилась в первой декаде сентября. Учётная площадь делянки составляла 70 м^2 (длина – 50 м, ширина – 1,4 м).

Оборудование и технические средства. Для определения сухого ве-щества и крахмала использовали электронные весы – ВЛКТ-500г-М (Гос-метр, Россия); сушильный шкаф – LABOR MUSZERIPARI MUVEK ESZTERGOM (Венгрия); фотоколориметр КФК-2 (Россия); учёт массы клубней с куста производили весами ВЭТ-6-1С (Россия). Полив осуществляли дождевальной установкой ДМ-100 «Фрегат» (Россия), а посадку картофелесажалкой GRIMME, GL 34 T четырёхрядная («Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG», Германия).

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Посадка картофеля за годы исследований была проведена 12-16 мая. На 17-е сутки после посадки число всходов увеличилось в вариантах при обработке клубней биопрепаратом Мивал-агро в сравнении с контролем на 6,0-7,9 %. При этом предпосадочная обработка клубней оказала большее влияние на всхожесть сорта Ред Скарлетт, чем на всхожесть районированного сорта Спиридон.

Авторы [24-26] в своих работах указывают, что между числом стеблей и урожайностью картофеля имеется тесная взаимосвязь. В зависимости от сортовых свойств один стебель может формировать в среднем от 1,8 до 3,6 клубней, поэтому в полевых условиях можно получить с растения до 8-15 клубней.

Как видно из данных таблицы 1, все варианты обработки стимулятором роста у обоих сортов обеспечили формирование большего числа стеблей на одном растении (на 2,6-7,9 %) в сравнении с контрольным вариантом.

Таблица 1. **Влияние регулятора роста на формирование стеблей на одном растении у сортов Ред Скарлетт и Спиридон (в среднем за 2014-2016 гг.)**

Варианты опыта	Ред Скарлетт		Спиридон	
	число стеблей в кусте, шт.	% к контролю	число стеблей в кусте, шт.	% к контролю
Контроль (без обработки)	3,23	100,0	3,11	100,0
Обработка клубней (2 г/т)	3,37	104,3	3,21	103,2
Обработка растений (20 г/га)	3,33	103,0	3,19	102,6
Обработка клубней+растений	3,49	107,9	3,32	106,7

Наибольшее количество стеблей у сорта Ред Скарлетт и Спиридон отмечалось в вариантах при комбинированной обработке – соответственно на 8,0 % и 6,7 % больше, чем в контрольном варианте. Фолиарное применение регулятора роста привело к незначительному увеличению количества стеблей на обоих сортах – на 2,6 (сорт Спиридон) и 3,0 % (сорт Ред Скарлетт).

Обработка клубней картофеля изучаемых сортов препаратом Мивал-агро привела к увеличению площади листьев в фазу начало цветения в среднем за годы исследования на 3,7 % (рис. 1). Незначительное действие оказывало фолиарное применение стимулятора роста (на 3,1 %).

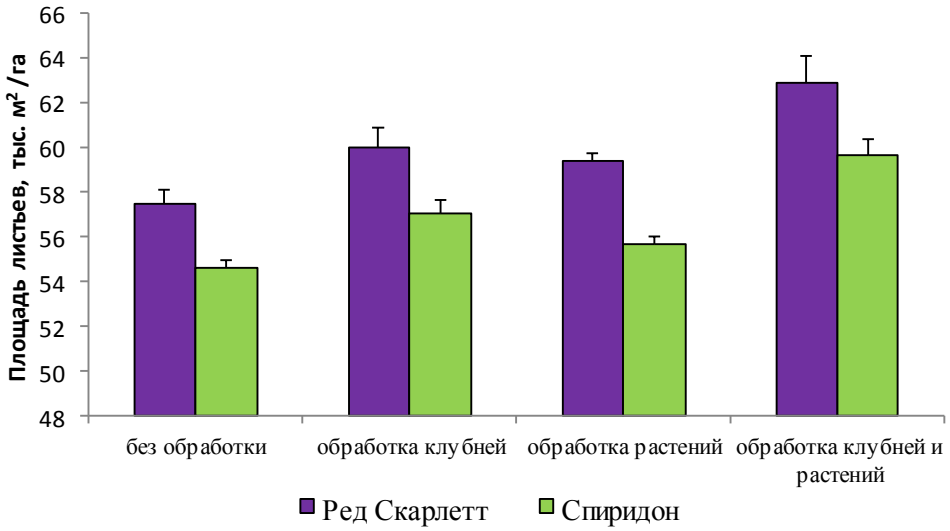

Рис. 1 – Площадь листьев картофеля при использовании биостимулятора, тыс. м²/га (среднее за 2014-2016 гг.)

Максимальная площадь листьев в среднем за годы проведения исследований отмечалась в варианте комбинированного применения биопрепарата (обработка клубней и обработка растений). В посадке сорта Ред Скарлетт она достигла 62,6 тыс. м^2/га, а сорта Спиридон она ограничивалась 61,8 тыс. м^2/га.

Чистая продуктивность фотосинтеза в варианте обработки биопрепаратом клубней увеличилась в среднем за годы исследований в сравнении с контрольным вариантом без обработки на 6,4 % у сорта Ред Скарлетт и на 16,7 % – у сорта Спиридон (рис. 2). В варианте фолиарной обработки это увеличение составило соответственно 5,8 и 9,3 %, в варианте с комбинированным способом – 12,3 и 16,3 %.

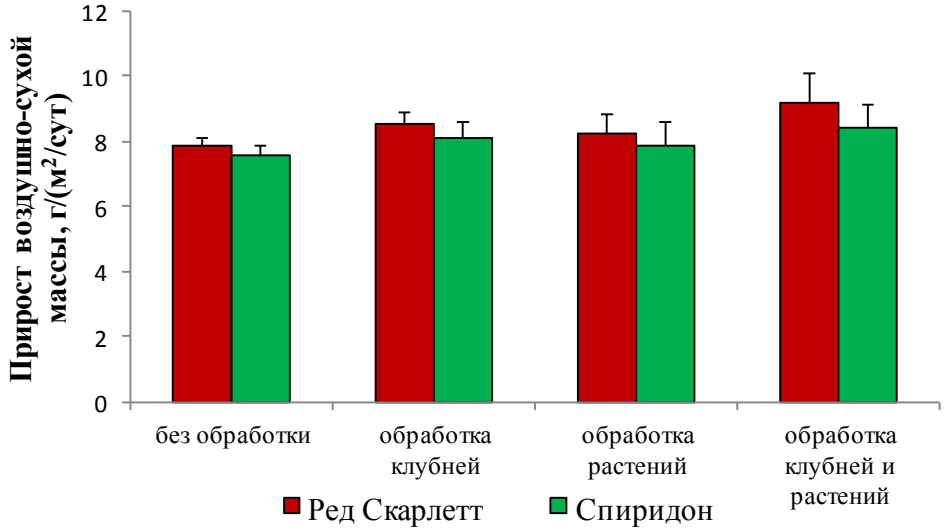

Рис. 2 – Чистая продуктивность фотосинтеза при использовании биостимулятора, г/(м^2/сут) (в среднем за 2014-2016 гг.)

Максимальное значение чистой продуктивности фотосинтеза было отмечено у сорта Ред Скарлетт при комбинированном применении биостимулятора (обработка клубней и растений) – 9,4 г/(м^2/сут).

Средняя за годы опытов урожайность клубней картофеля в вариантах обработки регулятором роста Мивал-агро приведена в таблице 2.

Таблица 2. **Влияние регулятора роста на урожайность сортов картофеля в среднем за 2014-2016 гг.**

Варианты	Урожайность, т/га	
	Ред Скарлетт	Спиридон
Контроль (без обработки)	44,9±1,3	36,7±0,9
Обработка клубней (2 г/т)	47,9±2,1*	41,2±1,7*
Обработка растений (20 г/га)	46,3±1,6	40,6±1,1
Обработка клубней и растений	52,4±3,9*	43,1±2,3*

Примечание: * – отличие от контроля значимо при P<0,05

У сорта Ред Скарлетт существенная прибавка урожайности при использовании регулятора роста Мивал-агро достигла 7,5 т/га (в варианте комбинированной обработки). При обработке клубней прибавка урожайности была получена в среднем 3,0 т/га, а наименьшая прибавка была отмечена при обработке растений – 1,4 т/га.

У сорта Спиридон при применении Мивал-агро максимальная прибавка урожайности была получена также в варианте с комбинированной обработкой – 6,4 т/га. При фолиарной обработке урожайность в среднем за годы исследования составила 40,6 т/га.

Стимулирующее действие Мивал-агро на ростовые процессы привело к изменению структуры урожая клубней картофеля и его товарности. Полученные в эксперименте данные свидетельствуют, что у изучаемых сортов на всех вариантах обработки товарность находилась в пределах 98,0-99,8 %. В контрольных вариантах товарность варьировала от 94,3 % (Спиридон) до 96,4 % (Ред Скарлетт).

Характер накопления сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля зависит от генетических особенностей сорта, органо-минерального питания растений и почвенно-климатических условий [24-26].

Лабораторными анализами было установлено, что обработка клубней и вегетирующих растений биостимулятором Мивал-агро способствовала изменению содержания сухого вещества и крахмала в клубнях (табл. 3).

Таблица 3. **Влияние Мивал-агро на качество клубней картофеля в среднем за 2014-2016 гг.**

Варианты	**Содержание крахмала, %**		**Содержание сухого вещества, %**	
	Ред Скарлетт	**Спиридон**	**Ред Скарлетт**	**Спиридон**
Контроль (без обработки)	10,29±0,13	13,66±0,2	15,93±0,09	20,52±0,1
Обработка клубней (2 г/т)	13,24±0,39	15,53±0,13	18,56±0,12	22,12±0,13
Обработка растений (20 г/га)	13,42±0,36*	16,02±0,29*	18,67±0,02*	23,35±0,17*
Обработка клубней и растений	15,14±0,32*	17,00±0,24*	22,03±0,23 *	25,84±0,05*

Примечание: * – отличие от контроля значимо при P<0,05

У районированного сорта Спиридон в вариантах обработки препаратом клубней и растений содержание крахмала варьировало от 15,53 % до 16,02 % соответственно, а содержание сухого вещества в тех же вариантах – от 22,12 % до 23,35 % соответственно. У сорта Ред Скарлетт в вариантах обработки препаратом клубней и растений содержание крахмала варьировало от 13,24 % до 13,42 % соответственно, а содержание сухого вещества в тех же вариантах – от 18,56 % до 18,67 % соответственно.

У районированного сорта Спиридон самый высокий уровень содержания сухого вещества и крахмала в клубнях отмечался при комбинированной обработке биостимулятором, превысив контроль на 5,32 % и 3,34 % соответственно. У сорта Ред Скарлетт в этом варианте обработки также отмечалось максимальное увеличение содержания сухого вещества и крахмала в клубнях в сравнении с контролем – на 6,10 % и 4,85 % (P≤0,05) соответственно.

Обсуждение полученных результатов.

На сегодняшний день применение регуляторов роста растений стало приобретать массовый характер. Достаточно сказать, что в зарубежных странах используют различные биостимуляторы роста для обработки от 50 до 80 % посевов всех сельскохозяйственных культур [27].

В.И. Левин и другие учёные [3, 6] в своих работах указывали, что приоритетным направлением в современной агротехнологии возделывания картофеля является использование биопрепаратов, которые направлены на выведение клубней из состояния покоя, активацию физиологических процессов и более дружное появления всходов. В своей работе мы нашли подтверждение вышесказанным словам: предпосадочная обработка семенных клубней биостимулятором Мивал-агро способствовала более раннему пробуждению почек и появлению всходов, то есть увеличивалась энергия прорастания, что в дальнейшем повлияло на интенсивность роста и развития надземной части растений, в т. ч. площади листовой поверхности.

Исследователи [24-26] также в своих экспериментах показывают, что при обработке клубней картофеля стимулирующими препаратами происходит увеличение числа проросших почек, в результате чего образуется большее число стеблей и повышается продуктивность растений. Это в полной мере согласуется с результатами наших экспериментальных исследований, которые указывают на увеличение количества сформированных стеблей при всех вариантах обработки биостимулятором Мивал-агро.

А.А. Васильев [26] исследовал действие препарата Мивал-агро на урожайность и крахмалистость картофеля в богарных условиях лесостепной зоны Южного Урала. Было установлено, что урожайность в среднем за три года исследований была выше, чем в контроле на 14-15 %, а крахмалистость клубней составила 15,5-16,4 %, тогда как в контроле данный показатель равнялся 13,4 %. В свою очередь в наших исследованиях на всех вариантах обработки биопрепаратом Мивал-агро отмечалось увеличение урожайности на 1,4-7,5 т/га, содержания крахмала – на 1,87-4,85 % и сухого вещества – на 1,6-6,1 % ($P \leq 0,05$) в сравнении с контролем.

Выводы.

Таким образом, нашими исследованиями установлено, что применение биостимулятора Мивал-агро оказывало существенное влияние на рост и развитие растений картофеля в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья.

Наиболее эффективным по результатам проведённых исследований оказалось комбинированное применение препарата Мивал-агро (обработка клубней перед посадкой, затем обработка вегетирующих растений в фазу бутонизация). Этот вариант обработки позволит увеличить показатели роста и развития растений, урожайности клубней картофеля, а также содержания в клубнях сухого вещества и крахмала.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0021)

Литература

1. Федотова Л.С., Кравченко А.В. Регулирование минерального питания картофеля в адаптивно-биологизированных технологиях возделывания // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2012. № 2(06). С. 238-242.

2. Крючков М.М. Картофель в условиях Рязанской области // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. С. 146-151.

3. Левин В.И., Петрухин А.С. Эффективность действия препаратов различной природы на рост и урожайность картофеля // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. С. 176-178.

4. Антипкина Л.А., Петрухин А.С. Эффективность использования фиторегуляторов при возделывании картофеля // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: материалы 66-й Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию со дня рожд. проф. П.А. Костычева: в 3-х. ч. Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. Ч. I. С. 15-18.

5. Петрухин А.С. Эффективность использования регуляторов роста и биогумуса при выращивании картофеля // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. тр. М., 2015. Т. 43. С. 333-337.

6. Левин В.И., Петрухин А.С. Влияние регуляторов роста и биогумуса на показатели качества картофеля // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 1(9). С. 53-60.

7. Akhtar M. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Neem Products in Agricultural Soil // Applied Soil Ecology. 1998. № 3. P. 219-223.

8. Уромова И.П. Агробиологическое и экологическое обоснование приёмов возделывания картофеля, полученного методом апикальной меристемы, в условиях Волго-Вятского региона: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Брянск: БГСХА, 2009. 41 с.

9. Уромова И.П., Грибановская Т.В. Влияние брассиностероидов на продуктивность микрорастений картофеля в защищённом грунте // Вестник Мининского университета. 2015. № 2(10). С. 24.

10. Ma J.F., Takahashi E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan. The Netherlands: Elsevier Science, 2002. 281 p.

11. Воронков М.Г., Барышок В.П. Силатраны в медицине и сельском хозяйстве. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 255 с.

12. Козлов А.В., Куликова А.Х., Яшин Е.А. Роль и значение кремния и кремнийсодержащих веществ в агроэкосистемах // Вестник Мининского университета. 2015. № 2(10). С. 23.

13. Козлов А.В., Уромова И.П., Куликова А.Х. Влияние кремнийсодержащих стимуляторов роста на биологическую продуктивность и показатели качества озимой пшеницы и картофеля // Вестник Мининского университета. 2016. № 1(13). С. 31.

14. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. Ульяновск: Изд-во УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. 176 с.

15. Nutrients leaching reduction by Si-rich substances in the model experiments / V.V. Matychenkov, D.V. Calvert, G.H. Snyder et al. // Proc. 7th Inter. Conf. Wetland Systems for Water Pollution Contorl. Lake Buena Vista. Florida, 2000. P. 569-572.

16. Зейрук В.Н., Абашкин О.В., Дорожкина Л.А. Применение силипланта для снижения пестицидной нагрузки и повышения урожая картофеля // Агрохимический вестник. 2010. № 2. С. 20-21.

17. Козлов Ю.В., Самсонова Н.Е. Использование соединений кремния при выращивании зерновых культур // Плодородие. 2009. № 6. С. 20-22.

18. Логинов С.В., Петриченко В.Н. Изучение кремнийорганического препарата Энергия-М // Агрохимический вестник. 2010. № 2. С. 22-24.

19. Самсонова Н.Е., Капустина М.В., Зайцева З.Ф. Влияние соединений кремния и минеральных удобрений на урожайность яровых зерновых культур и содержание в них антиоксидантных ферментов // Агрохимия. 2013. № 10. С. 66-74.

20. Чувелев Е.В., Пузырьков П.Е., Дорожкина Л.А. Влияние Циркона и Силипланта на поступление и метаболизм препарата Престиж в растениях картофеля // Агрохимия. 2013. № 8. С. 49-52.

21. Savant N.K. Silicon management and sustainable rice production // Adven. Agron. Acad. Press. San Diego: CA (USA). 1997. Vol. 58. P. 151-199.

22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.

23. Методика исследований по культуре картофеля / под ред. Н.С. Бацанова. М., 1967. 264 с.

24. Петрухин А.С. Продуктивность картофеля при применении биогумуса и регуляторов роста в условиях Южной части Нечерноземной зоны РФ: дис. … канд. с.-х. наук. Усть-Кинельский, 2017. 167 с.

25. Постников А.Н., Осетрова О.Б. Влияние Циркона на урожайность и качество клубней раннего сорта картофеля Удача в условиях Московской области // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве: сб. науч. тр. М.: Изд-во НЭСТ М, 2010. С. 50-56.

26. Васильев А.А. Оптимизация технологии возделывания картофеля на Южном Урале: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Уфа. 2015. 50 с.

27. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. 2008. № 12. С. 54-71.

Мушинский Александр Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-905-819-35-92, e-mail: san2127@yandex.ru

Аминова Евгения Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-912-841-19-31, e-mail: aminowa.eugenia2015@yandex.ru

Герасимова Елена Викторовна, научный сотрудник отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-912-343-52-32, e-mail: gerasimova_e@mail.ru

Пашинина Татьяна Александровна, лаборант-исследователь отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-9228-95-00-57, e-mail: tanya-302@mail.ru

Поступила в редакцию 27 июня 2018 года

UDC 635.21:631.526.32:631.67(470.56)

Mushinsky Alexander Alexeevich, Aminova Evgenia Vladimirovna, Gerasimova Elena Viktorovna, Pashinina Tatyana Aleksandrovna

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: san2127@yandex.ru

Optimization of cultivating methods of potato varieties Spiridon and Red Scarlett in irrigated conditions of the steppe zone of the Orenburg Cis-Urals

Summary. Over the past decade, environmentally safe and non-toxic for human and nature drugs have been created. These biological preparations have multifunctional properties and open up new approaches for controlling the metabolism of plants.

During 3 years, we studied the biologic preparation Mival-agro for treatment of tubers, tops of vegetative plants and the combined treatment of tubers and plants. As a result of conducted studies in the irrigated conditions of the Orenburg Cis-Urals, the positive effect of the siliceous growth biostimulator Mival-agro on growth and development of plants, yield, marketability and qualitative indices of tubers of two types of potatoes have been revealed. Pre-planting treatment of tubers increased the number of shoots by 6.0-7.9 % compared to the control, and the combined application of Mival-agro preparation (tuber treatment before planting and then the treatment of vegetative plants) ensured the maximum growth and development rates of plants, potato yields of red potatoes Red Scarlett (52.4 t/ha) and Spiridon (43.1 t/ha), and the content of dry matter in tubers (22.03-25.84 % depending on the variety) and starch (15.14-17.0 %). Treatment of tubers with growth stimulator as a whole was more effective than foliar treatment of plants. After the use of preparation for presowing treatment of potato tubers, the yield increase was 3 t/ha (Red Scarlett variety) and 4.5 t/ha (Spiridon variety), while the spraying of the tops of plants increased the yields by 1.4 and 3.9 t/ha respectively.

Thus, the combined method (treatment of tubers 2 g/t+plant treatment of 20 g/ha) had the greatest influence on the growth and development, yield, product, dry matter content and starch content of two potato varieties studied from the studied methods of Mival agro biostimulant treatment.

Key words: potato, potato yield, potato variety, Miaval-agro biostimulator, pure productivity of photosynthesis.

УДК 631.53.048:631.558.3

Влияние нормы высева и сроков уборки на питательную ценность зелёной массы гороха

Н.И. Воскобулова, А.С. Верещагина, Р.Ш. Ураскулов
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. Низкое качество кормов ведёт к увеличению их расхода на единицу животноводческой продукции. Основной причиной низкого качества кормов является дефицит белка. Решение этой проблемы связано с расширением посевов зернобобовых культур, наиболее богатых протеином высокого качества. В Оренбургской области самой распространённой зернобобовой культурой, возделываемой на кормовые цели, является горох.

Оценка питательной ценности зелёной массы гороха в зависимости от приёмов возделывания и сроков уборки проводилась на двух сортах селекции Самарского НИИСХ разного морфотипа: сорт Самариус – усатый индетерминантный, сорт Флагман 12 – усато-детерминантный. В полевых опытах высевался горох с нормами высева: 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 и 1,4 млн всхожих семян на 1 га. В фазы бутонизации и образования бобов отбирались растительные образцы для химического анализа, на основании результатов которого рассчитывались содержание переваримого протеина, кормовых единиц и обменной энергии в зелёной массе гороха.

По результатам наших исследований содержание сырого протеина в сухом веществе вегетативной массы гороха и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином выше при низкой норме высева – 0,6 млн всхожих семян на 1 га. Наибольшее содержание сырого протеина в сухом веществе отмечено при уборке в фазу бутонизации, к фазе образования бобов оно снижается.

На содержание кормовых единиц и обменной энергии в сухом веществе вегетативной массы гороха нормы высева не оказывают существенное влияние.

Ключевые слова: горох, протеин, кормовые единицы, обменная энергия, нормы высева, сроки уборки.

Введение.

Основную питательную ценность кормов составляют белки. Они необходимы животным для роста, размножения и производства продукции [1]. В кормах для высокопродуктивных животных должно содержаться 105-110 г переваримого протеина в одной кормовой единице. В настоящее время содержание составляет лишь 85 г.

Для повышения протеиновой питательности кормов необходимо наращивать производство растительного белка, в том числе за счёт увеличения производства зернобобовых культур. Основным источником растительного белка в степных районах является горох, который на обыкновенных чернозёмах по урожайности превосходит другие зернобобовые культуры [2]. Горох используется на зернофураж, зелёный корм, силос, сенаж и травяную муку.

В многочисленных полевых опытах исследуется питательная ценность зерна гороха [3-5]. Между тем при использовании на корм надземной массы гороха важно знать её питательную ценность, как она изменяется в зависимости от фазы развития растений, от приёмов возделывания и т. д.

Цель исследований.

Изучить влияние нормы высева и сроков уборки на питательную ценность вегетативной массы гороха.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Горох сортов Самариус и Флагман 12.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Исследования проводили в центральной зоне Оренбургской области на базе опытного участка Оренбургского НИИСХ. Почва опытного участка представлена южным карбонатным среднесуглинистым, среднемощным чернозёмом. Содержание нитратного азота в пахотном слое – 11-12 мг, подвижного фосфора – 29-45 мг, обменного калия – 233-294 мг на 1 кг почвы.

Годы исследований (2015-2017) были различны по погодным условиям.

В 2015 г. май был теплее обычного на 0,9 °С, июнь – период формирования вегетативной массы гороха – на 3,5 °С. Осадки, выпавшие в мае, превысили среднемноголетние значения в 2,4 раза, июне – 1,4 раза.

В 2016 г. среднесуточная температура воздуха была близка к среднемноголетней и составила в мае 15,9 °С, июне – 19,8 °С. В мае осадки превысили среднемноголетние значения в 2 раза. Июнь был сухим – 9,5 мм осадков.

В 2017 г. рост вегетативной массы и цветение гороха проходили в условиях прохладной погоды. Среднесуточная температура воздуха в мае была на 1,2 °С ниже нормы. Выпавшие в мае осадки (27 мм) были близки к среднемноголетним значениям (28 мм), однако большая часть осадков выпадала по 1-4 мм и только 9 мая они были существенными – 10 мм.

Среднесуточная температура воздуха в июне была ниже нормы на 2,3 °С, особенно прохладной была первая декада – на 4,2 °С меньше среднемноголетней. В третьей декаде наблюдалось повышение температуры до +33 °С. Осадков выпало 35 мм при среднемноголетних значениях 37 мм. 23 % осадков выпало по 1-3 мм и ушли на испарение.

Влагообеспеченность посевов, рассчитанная по методу А.М. Алпатьева, составила за период «всходы-цветение» в 2015 г. 23 %, 2016 – 38 %, 2017 – 37 %.

Таким образом, формирование вегетативной массы гороха проходило в условиях острого недостатка влаги.

Схема эксперимента. Сорт Самариус относится к усато-индетерминантному морфотипу. Продолжительность от всходов до спелости составляет 70 дней. Отличается высокой устойчивостью к засухе.

Сорт Флагман 12 – усато-детерминантного морфотипа. Продолжительность вегетации – 55-75 дней. Благодаря верхушечному расположению бобов на стебле отличается высокой пригодностью к уборке прямым комбайнированием при возделывании на зерно. По урожайности надземной массы и зерна незначительно уступает сорту Самариус [6].

Исследования проводились в трёхфакторном опыте по схеме: 2А×5В×2С

А – сорта: Самариус, Флагман-12

В – нормы высева:

1. 0,6 млн всхожих семян на гектар
2. 0,8 млн всхожих семян на гектар
3. 1,0 млн всхожих семян на гектар
4. 1,2 млн всхожих семян на гектар
5. 1,4 млн всхожих семян на гектар

С – сроки уборки:

1. Фаза бутонизации
2. Фаза образования бобов

Размещение вариантов в повторениях – систематическое. Размер делянок – 100 м^2. Способ посева – рядовой, с междурядьем 15 см. Срок сева – ранневесенний.

Определение содержания питательных веществ в зелёной массе гороха в фазы бутонизации и образования бобов проводилось в пробах растений, отобранных с 4-х учётных площадок по 0,25 м^2.

Полевые опыты выполнены в соответствии с методикой Б.А Доспехова, фенологические наблюдения – по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7, 8].

По методу Кьельдаля определяли содержание азота в корме и путём умножения его на соответствующий данной культуре коэффициент рассчитывали содержание сырого протеина.

Содержание кормовых единиц и обменной энергии находили расчётным способом через определение питательности кормов по методике В.А. Разумова [9]. Коэффициенты переваримости взяты из справочника «Переваримость кормов» [10].

Оборудование и технические средства. При постановке полевых опытов использовали трактор МТЗ 1221 (Белоруссия), российские сельскохозяйственные машины: трактор Т-25, плуг ПН-4-35, сеялка СН-16, кольчатые катки ЗККШ-6, бороны зубовые ЗБСС-1.0.

Применялось лабораторное оборудование российского производства: мельница для измельчения почвенных образцов ИП-1, шкаф сушильный HS 62A, мельница для измельчения растительных образцов МРП-2, бур Качинского для отбора почвенных образцов, весы ВЛК-500, весы площадочные.

Результаты исследований.

Зелёный корм, богатый протеином, углеводами, различными аминокислотами, витаминами, минеральными веществами в легкоусвояемой форме, охотно поедается рогатым скотом всех возрастов.

Особенно необходим белковый корм, когда в рационе много грубых и сочных кормов. Установлено, что при несбалансированном по белку корме перерасход кормов достигает 50 %, а это приводит к удорожанию себестоимости животноводческой продукции [2].

Содержание сырого протеина в сухом веществе надземной массы гороха зависело от нормы высева, условий года, сроков уборки. В среднем за 3 года наибольшее содержание сырого протеина в фазу бутонизации получено при норме высева 0,6 млн всхожих семян на 1 га – 14,1-4,9 % (табл. 1).

Таблица 1. **Содержание сырого протеина в сухом веществе надземной массы гороха в зависимости от нормы высева и сроков уборки**

Наименование сорта	Норма высева, млн всхожих семян на 1 га	Бутонизация				Образование бобов			
		год			средне-ее	год			среднее
		2015	2016	2017		2015	2016	2017	
Самариус	0,6	13,9	13,3	15,0	14,1	13,7	11,6	13,9	13,1
	0,8	12,0	13,5	12,5	12,7	12,1	10,4	12,8	11,8
	1,0	13,1	11,9	12,9	12,6	11,9	10,4	11,7	11,3
	1,2	12,6	11,2	15,1	13,0	12,0	11,2	13,6	12,3
	1,4	13,4	14,4	14,7	14,2	12,4	11,3	13,1	12,3
Флагман 12	0,6	13,8	15,3	15,7	14,9	12,6	11,4	14,1	12,7
	0,8	12,4	14,5	14,9	13,9	13,6	10,6	14,5	12,9
	1,0	13,0	12,9	16,1	14,0	13,0	10,5	14,1	12,5
	1,2	12,9	13,7	14,6	13,7	13,7	10,7	13,7	12,7
	1,4	13,1	12,3	16,9	14,1	15,0	11,0	16,4	14,1
Среднее		13,0	13,3	14,8		13,0	10,9	13,8	

В 2016 г. у сорта Самариус, в 2017 г. у сорта Флагман 12 лучшим по содержанию сырого протеина был вариант с нормой высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га – 14,4 и 16,9 % соответственно.

В фазу образования бобов у сорта Самариус во все годы исследований сырого протеина содержалось больше в варианте с малой нормой высева – 0,6 млн, у сорта Флагман 12 два года исследований – в варианте с максимальной нормой высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га – 15 и 16,4 %.

Условия года также влияли на накопление сырого протеина. В 2017 г. прохладная погода в период формирования вегетативной массы гороха способствовала большему накоплению сырого протеина – 14,8 % в фазу бутонизации, против 13,0-13,3 % в 2015-2016 гг.

В фазу образования бобов содержание сырого протеина в сухом веществе гороха снижалось по сравнению с фазой бутонизации на 1,0…2,4 %.

На основании результатов химического анализа рассчитана питательная ценность зелёной массы, которая представлена содержанием обменной энергии, кормовых единиц в сухом веществе корма и обеспеченностью кормовой единицы переваримым протеином.

В 1 кг сухого вещества гороха содержалось 0,86-94 кормовых единиц, 9,0-9,8 МДж обменной энергии (табл. 2).

Таблица 2. **Питательная ценность сухого вещества надземной биомассы гороха в зависимости от нормы высева и сроков уборки**

Наименование сорта	Норма высева, млн всхожих семян на 1 га	Срок уборки урожая	Содержание в 1 кг сухого вещества							
			кормовых единиц				обменной энергии, МДж			
			2015г.	2016 г.	2017 г.	среднее	2015 г.	2016г.	2017г.	среднее
Самариус	0,6	1	0,91	0,89	0,90	0,90	9,2	9,2	9,2	9,20
		2	0,86	0,88	0,93	0,89	9,0	9,1	9,5	9,20
	0,8	1	0,92	0,87	0,90	0,90	9,3	9,0	9,1	9,13
		2	0,87	0,91	0,92	0,90	9,1	9,3	9,4	9,27
	1,0	1	0,91	0,90	0,90	0,90	9,3	9,2	9,0	9,17
		2	0,87	0,88	0,96	0,90	9,0	9,0	9,6	9,20
	1,2	1	0,92	0,91	0,90	0,91	9,4	9,2	9,8	9,47
		2	0,87	0,87	0,94	0,89	9,1	9,0	9,6	9,23
	1,4	1	0,93	0,90	0,90	0,91	9,5	9,3	9,2	9,33
		2	0,86	0,87	0,94	0,89	9,1	9,0	9,5	9,20
Флагман 12	0,6	1	0,93	0,90	0,88	0,90	9,5	9,3	9,0	9,27
		2	0,89	0,88	0,94	0,90	9,2	9,1	9,5	9,27
	0,8	1	0,94	0,90	0,90	0,91	9,5	9,3	9,2	9,33
		2	0,88	0,88	0,94	0,90	9,2	9,1	9,6	9,30
	1,0	1	0,94	0,91	0,92	0,92	9,5	9,4	9,3	9,40
		2	0,89	0,88	0,94	0,90	9,3	9,1	9,6	9,33
	1,2	1	0,92	0,90	0,92	0,91	9,3	9,3	9,3	9,30
		2	0,88	0,90	0,94	0,91	9,2	9,2	9,5	9,30
	1,4	1	0,93	0,91	0,92	0,92	9,5	9,4	9,4	9,43
		2	0,88	0,88	0,94	0,90	9,2	9,1	9,6	9,30

Влияние нормы высева и сроков уборки на содержание кормовых единиц по годам исследований различалось. В 2015 и 2016 гг. содержание кормовых единиц в сухом веществе надземной биомассы гороха в зависимости от нормы высева существенно не менялось.

В 2015 г. при уборке в фазу образования бобов содержание кормовых единиц снизилось по сравнению с фазой бутонизации у сорта Самариус на 0,05-0,06, Флагман 12 – на 0,04-0,05 корм. ед.

В 2016 г. сроки уборки на содержание кормовых единиц влияние не оказали: в оба срока оно было одинаковым и составило у сорта Самариус 0,87-0,91, Флагман 12 – 0,8-0,91 корм. ед.

В 2017 г. содержание кормовых единиц было постоянным при всех нормах высева у сорта Самариус в первый срок уборки – 0,90, у сорта Флагман 12 во второй срок уборки – 0,94 корм. ед.

Со снижением нормы высева с 1,0 до 0,8 млн всхожих семян на 1 га у сорта Самариус во второй срок уборки снижалось содержание кормовых единиц с 0,96 до 0,92; с 1,0 до 0,6 млн всхожих семян на 1 га у сорта Флагман 12 в первый срок – с 0,92 до 0,88.

Содержание обменной энергии в сухом веществе гороха в зависимости от нормы высева существенно не менялось.

В 2015 и 2016 гг. отмечено небольшое снижение во второй срок уборки по сравнению с первым: с 9,2-9,5 до 9,0-9,3 и с 9,-9,4 до 9,1-9,2 МДж соответственно.

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином варьировала в годы исследований от 77 до 141 г.

Наибольшее количество переваримого протеина на одну кормовую единицу у сорта Самариус приходилось в вариантах с пониженной нормой высева 0,6-0,8 млн всхожих семян на 1 га – 100-141 г (табл. 3).

Таблица 3. **Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в зависимости от нормы высева и сроков уборки, г**

Наименование сорта	Норма высева, млн всхожих семян на 1 га	Срок уборки	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Самариус	0,6	1	114	110	123	116
		2	118	97	110	108
	0,8	1	97	141	102	114
		2	103	85	102	97
	1,0	1	107	98	107	104
		2	102	87	90	93
	1,2	1	101	92	125	106
		2	102	96	107	102
	1,4	1	107	118	120	115
		2	106	96	103	102
Флагман 12	0,6	1	109	126	131	122
		2	105	96	111	104
	0,8	1	97	119	122	113
		2	114	77	114	102
	1,0	1	102	104	130	112
		2	108	88	111	102
	1,2	1	104	113	118	112
		2	115	88	108	104
	1,4	1	105	100	136	114
		2	116	92	130	113

В фазу образования бобов этот показатель был ниже, чем в фазу бутонизации.

У сорта Флагман 12 влияние нормы высева и сроков уборки на обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином по годам различалось. В 2015 г. в фазу бутонизации, в 2016 г. в обе фазы уборки наибольшее количество протеина в кормовой единице получено в варианте с нормой высева 0,6 млн всхожих семян на 1 га. В фазу образования бобов в 2015 г. и в обе фазы в 2017 г. лучшим по этому показателю был вариант с нормой высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га.

В среднем за 3 года обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была выше при норме высева 0,6 млн всхожих семян на 1 га и составила у сорта Самариус 116 и 108 г, у сорта Флагман 12 – 122 и 104 г по срокам уборки соответственно.

Обсуждение полученных результатов.

При изучении приёмов возделывания гороха для использования вегетативной массы на корм основное внимание уделяется их влиянию на продуктивность. При этом качество получаемого корма выпадает из поля зрения исследователей.

По результатам наших исследований наибольшее содержание сырого протеина в сухом веществе вегетативной массы гороха наблюдается при посеве нормой высева 0,6 млн всхожих семян на 1 га.

На содержание кормовых единиц и обменной энергии в сухом веществе вегетативной массы гороха нормы высева не оказывают существенное влияние. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином выше при низкой норме высева – 0,6 млн всхожих семян на 1 га.

Содержание протеина в зелёной массе гороха зависит от условий года и сроков уборки [11, 12]. Отмечено, что содержание сырого протеина снижается от фазы бутонизации к фазе образования бобов. В условиях Западной Сибири высокое содержание протеина отмечено у зернобобовых в фазе «цветение-образование бобов».

Нами установлено, что в условиях температурного режима, близкого к оптимальному для формирования вегетативной массы гороха, содержание сырого протеина в сухом веществе увеличивается. Наибольшее его содержание отмечено при уборке в фазу бутонизации. К фазе образования бобов оно снижается.

Выводы.

Таким образом, высокое содержание сырого протеина и обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в сухом веществе вегетативной массы гороха обеспечивает посев нормой высева 0,6 млн всхожих семян на 1 га и уборка в фазу бутонизации.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0020)

Литература

1. Антоний А.К., Пылов А.П. Зернобобовые культуры на корм и семена. Л.: Колос, 1980. 224 с.

2. Горох и нут разных сортов в кормопроизводстве / С.И. Кононенко, Ю.И. Левахин, А.Г. Мещеряков, А.М. Испанова // Зоотехническая наука Беларуси. 2015. Т. 50. № 2. С. 3-11.

3. Мещеряков А.Г., Доценко В.А., Агеев И.М. Сравнительная оценка питательности и структуры зерна гороха и нута // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(2). С. 118-122.

4. Малышева А.В., Громов А.А. Совершенствование технологии возделывания гороха в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 4(29). С. 24-28.

5. Аленин П.Г., Двойникова О.И. Технология возделывания гороха с применением регуляторов роста, бактериальных препаратов и комплексных удобрений с микроэлементами в форме хелатов // Плодородие. 2011. № 6. С. 3-5.

6. Зубов А.Е., Катюк А.И. Технология возделывания гороха в Среднем Поволжье (практическое руководство). Самара: СамНЦ РАН, 2012. 52 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур // Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М., 1989. Вып. 2. 194 с.

9. Разумов В.А. Справочник лаборанта-химика по анализу кормов. М.: Россельхозиздат, 1986. 303 с.

10. Переваримость кормов / М.Ф. Томмэ, Р.В. Мартыненко, К. Неринг, Н. Платиканов, Г. Тангль, Я. Келяновски, Э. Пэламару, Ф. Говорка, Р. Цэрэндульма. М.: Колос, 1970. 464 с.

11. Идешев Н.В., Кадычегова В.И. Изменчивость признаков зелёной массы гороха и её учёт в селекции // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2018. № 1(50). С. 29-35.

12. Красовская А.В., Веремей Т.М. Сравнительное изучение зернобобовых культур в Западной Сибири // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 1(25). С. 14-17.

Воскобулова Надежда Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, и. о. по управлению отделом технологий кормовых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-00-23, 8-919-864-34-40, e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Верещагина Антонина Сергеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологий кормовых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-05-90, 8-903-366-04-98

Ураскулов Руслан Шамильевич, старший научный сотрудник отдела технологий кормовых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-00-23

Поступила в редакцию 5 сентября 2018 года

UDC 631.53.048:631.558.3

Voskobulova Nadezhda Ivanovna, Vereshchagina Antonina Sergeevna, Uraskulov Ruslan Shamilyevich
FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Effect of seeding rate and harvest time on nutritive value of peas green value

Summary. Poor feed quality leads to an increase in their consumption per unit of livestock products. The main reason for poor quality of food is protein deficiency. The solution to this problem is associated with expansion of grain legume crops , the richest in protein of high quality. In the Orenburg region the most common leguminous crop cultivated for fodder purposes is pea.

Assessment of nutritional value of peas green mass depending on methods of cultivation and harvesting timing was carried out on two varieties of Samarsky Agricultural Research Institute selection of different morphotype: Samarius variety – leafless indeterminate, Flagman 12 variety – leafless determinant. In the field experiments peas were sowed with seeding rates: 0.6; 0.8; 1.0; 1.2 and 1.4 million germinated seeds per hectare. Plant samples were selected on budding and bean formation stages for chemical analysis. Content of digestible protein, feed units and metabolizable energy in peas green mass were calculated based on these results.

According to results of our studies, content of raw protein in dry matter of peas vegetative mass and content of the feed unit with digestible protein is higher at a low seeding rate of 0.6 million seeds per hectare. The highest content of row protein in dry matter is noted during harvesting on budding stage, it decreases to the beans formation stage.

Pea seeding rates do not have a significant influence on the content of feed units and metabolizable energy in dry matter of peas vegetative mass.

Key words: pea, protein, feed units, metabolizable energy, seeding rate, harvest time.

УДК 633.1:631.582:631.559:631.4:551.5 (470.56)

Основные факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах и бессменных посевах на чернозёмах южных Оренбургской области

Н.А. Максютов, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. Приведены результаты выполненного в погодных условиях 2017 года сравнительного изучения на двух фонах питания урожайности различных сельскохозяйственных культур в 6-польных зернопаропропашных, зернопаровых, почвозащитных и сидеральных, а также в 2-польных беспаровых севооборотах и бессменных посевах на базе уникального длительного стационарного опыта на чернозёмах южных Оренбургской области.

Проанализировано влияние на урожайность сельскохозяйственной продукции изученных культур погодных факторов (температура воздуха и осадки), предшественника, минеральных удобрений, влажности почвы, содержания подвижных питательных веществ в почве, засорённости посевов, развития болезней растений и размножения вредителей.

Установлено, что основным фактором, определившим урожайность сельскохозяйственных культур в 2017 году, явились погодные условия, которые сложились благоприятно для озимых и ранних яровых зерновых культур и неблагоприятно – для поздних культур. Выявлены лучшие предшественники для каждой изученной культуры, отзывчивость культур на минеральные удобрения.

Полученные в эксперименте результаты по урожайности сельскохозяйственных культур в различных севооборотах и бессменных посевах обработаны с помощью математического метода дисперсионного анализа в специальной статистической программе.

Ключевые слова: зерновая культура, осадки, температура, засуха, предшественник, севооборот, бессменный посев, влажность почвы, фон питания, урожайность.

Введение.

В борьбе с засухой севообороту отводится ведущее место. Такое положение объясняется наличием в нём озимых, ранних и поздних культур [1-3]. Принято считать, что из этих культур страховыми являются озимая пшеница и рожь, из ранних – ячмень, а из поздних – просо. Эти культуры – самые засухоустойчивые и урожайные в условиях засухи.

Основным фактором получения стабильного урожая в засушливых условиях Оренбуржья являются чистые пары – основа севооборотов. При этом важно, под какие культуры они отводятся: под озимые или яровые зерновые. Во всех зонах области, кроме восточной, урожайность озимых по чистым парам в 1,5-2,0 раза выше, чем яровой пшеницы. В восточной зоне области из-за отсутствия морозоустойчивых сортов озимых культур чистые пары вынуждены отводить под посев яровой пшеницы.

Значение предшественника в севооборотах во многом обусловлено особенностями водопотребления предшествующей культуры. На чёрном пару в сравнении с зябью увлажнение почвы по годам более устойчиво. Если на зяби после кукурузы запас влаги весной колеблется от 91,4 до 188,7 мм, то есть более чем в два раза, то на парах эти колебания не превышают 30 % от максимального увлажнения [4, 5].

При хороших весенних запасах влаги в почве важным фактором в борьбе с засухой являются удобрения (так называемый «сухой полив»), которые позволяют растениям более экономно расходовать почвенную влагу и повышают урожайность. Применение минеральных удобрений под зерновые культуры изучалось в условиях Оренбургской области многими исследователями.

Анализ данных агрохимических изысканий, результаты экспериментальных исследований по эффективности запасов элементов питания в разных типах почв рассмотрены А.В. Ряховским и др. [6]. Вопросам минерального питания различных сортов яровой мягкой и твёрдой пшеницы посвящены работы А.Г. Крючкова, Р.Х. Абдрашитова, И.Н. Бесалиева, А.Г. Крючкова, В.И. Елисеева, Р.Р. Абдрашитова [7-10]. Елисеевым В.И. и Сандаковой Г.Н. [11] выявлены наиболее оптимальные парамет-

ры погодных условий и фоны минеральных удобрений, способствующие формированию высокой урожайности яровой пшеницы. Бесалиевым И.Н. с сотрудниками [12] изучены особенности потребления азота растениями твёрдой пшеницы в засушливых регионах с использованием методов математического моделирования. Они затрагивают вопросы обеспеченности азотом растений, степени его усвоения в зависимости от основных факторов агротехники.

Обработка почвы оптимизирует в ней водный, воздушный и пищевой режимы, усиливает биологические процессы, а также улучшает фитосанитарное состояние и почвы, и посевов [13].

Существенными факторами снижения урожайности сельскохозяйственных культур в последние годы также являются засорённость посевов, развитие болезней и размножение вредителей.

В связи с изменением климата в сторону потепления как положительное, так и отрицательное действие обсуждаемых факторов, определяющих урожайность сельскохозяйственных культур, заметно увеличилось. Поэтому в настоящее время требуется научная доработка и корректировка многих агротехнических приёмов возделывания.

Цель исследования.

Выявление на базе многолетнего стационарного опыта влияния основных факторов, определяющих продуктивность растений, на урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах и бессменных посевах.

Материал и методы исследования.

Объект исследования. 6-польные зернопаропропашные, зернопаровые, почвозащитные, сидеральные, 2-польные беспаровые севообороты и бессменные посевы сельскохозяйственных культур.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Территория длительного стационарного опыта расположена в Оренбургском районе Оренбургской области в восточном направлении от города, на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое почвы – 3,2-4,0 %, общего азота – 0,2-0,3 %, общего фосфора – 0,14-0,22 %, подвижного фосфора – 1,5-2,5 мг, обменного калия – 30-38 мг на 100 г почвы, pH почвенного раствора – 7,0-8,1. Сумма поглощённых оснований не превышает 39,1 мг/экв. и гидролитическая кислотность составляет 1,5-2,3 мг/экв. на 100 г сухой почвы. Наименьшая полевая влагоёмкость в слоях почвы 0-100 и 0-150 см составляет 297 мм (27,1 %) и 389 мм (25,4 %) соответственно.

Оренбургский район, в котором находится стационар, расположен в центральной зоне Оренбургской области, где среднемноголетнее количество осадков за год составляет 367 мм, за период вегетации – 155 мм, температура воздуха – соответственно +4,5 °С и +19,0 °С.

По данным Оренбургского гидрометцентра, 2017 год характеризуется как средне засушливый: гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) равен 0,50. За вегетационный период (май-август) выпало 110 мм осадков – ниже нормы на 45 мм. За этот период температура составила +19,5 °С – выше нормы на 0,5 °С. Наблюдалось 44 суховейных дня. Запасы продуктивной влаги в слое 0-100 см почвы к началу вегетации составляли 35 мм. Продолжительность безморозного периода равнялась 144 дням, число дней с относительной влажностью 30 % и ниже (апрель-сентябрь) составило 55. Высота снежного покрова достигала 58 см.

Схема эксперимента. Исследования проводятся на территории опытного поля № 1 с. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области на чернозёмах южных с содержанием гумуса около 4,0 %, доступного фосфора – до 2,5 мг, обменного калия – до 38 мг на 100 г почвы.

Базой изучения является многолетний стационар, в котором разрабатываются 6-польные севообороты с различными видами пара, 2-польные беспаровые севообороты и бессменные посевы сельскохозяйственных культур на двух фонах питания. Метод закладки опыта – полевой, в 4-кратной повторности в пространстве.

Изучались следующие варианты опыта (предшественники) по четырём 6-польным севооборотам:

Севооборот № 1:

1. Пар чёрный кулисный. 2. Озимые (озимая рожь и озимая пшеница). 3. Яровая твёрдая пшеница. 4. Сборное поле (кукуруза на силос, просо, горох). 5. Яровая мягкая пшеница. 6. Ячмень (контроль).

Севооборот № 2:

1. Пар чёрный кулисный. 2. Яровая твёрдая пшеница. 3. Яровая мягкая пшеница. 4. Сборное поле (кукуруза на силос, просо, горох). 5. Яровая мягкая пшеница. 6. Ячмень.

Севооборот № 3:

1. Пар почвозащитный, занятый суданской травой. 2. Яровая твёрдая пшеница. 3. Яровая мягкая пшеница. 4. Сборное поле (кукуруза на силос, просо, горох). 5. Яровая мягкая пшеница. 6. Ячмень.

Севооборот № 4:

1. Пар сидеральный, занятый злаково-бобовой смесью (овёс+горох). 2. Яровая твёрдая пшеница. 3. Яровая мягкая пшеница. 4. Сборное поле (кукуруза на силос, просо, горох). 5. Яровая мягкая пшеница. 6. Ячмень.

Изучались также варианты опыта по бессменным посевам и 2-польным беспаровым севооборотам:

1. Яровая твёрдая пшеница (бессменный посев). 2. Чередование яровой мягкой пшеницы с яровой твёрдой. 3. Чередование кукурузы на силос с яровой твёрдой пшеницей. 4. Чередование яровой твёрдой пшеницы с кукурузой на силос. 5. Кукуруза на силос (бессменный посев). 6. Яровая мягкая пшеница (бессменный посев). 7. Чередование яровой твёрдой пшеницы с яровой мягкой. 8. Ячмень (бессменный посев). 9. Просо (бессменный посев). 10а. Чередование яровой твёрдой пшеницы с ячменём. 10б. Чередование ячменя с яровой твёрдой пшеницей. 11. Чередование яровой твёрдой пшеницы с просом. 12. Чередование проса с яровой твёрдой пшеницей. 13. Пар чёрный отвальный (бессменный). 14а. Чередование гороха с яровой твёрдой пшеницей. 14б. Чередование яровой твёрдой пшеницы с горохом.

Полевой опыт проводится на двух фонах питания. Под непаровые предшественники на одной половине поперёк делянок под основную обработку вносятся удобрения в дозе $N_{40}P_{40}$, под чёрный кулисный пар – в дозе $P_{80}K_{40}$. Вторая половина делянок изучается без удобрений. В сидеральном пару в качестве зелёного удобрения используется злакобобовая смесь (овёс+горох) по всей делянке.

Для большего накопления снега и запасов почвенной влаги, защиты от эрозии и от неблагоприятных погодных условий в чёрном пару 17 июля высеваются кулисы из подсолнечника зерновой сеялкой СЗС-2,1 при норме высева 2,5-3,0 кг на 1 га (10-12 семян на 1 м^2). Кулисы сеются по границам делянок тремя рядками с глубиной заделки 6-8 см.

Посев зерновых и кормовых культур осуществляется с помощью сеялок СЗП-3,6 и УПС-8. Размеры делянок в севооборотах составляют: 14,4 м×90 м с площадью 1296 м^2, 3,6 м×90 м с площадью 324 м^2, 7,2 м×90 м с площадью 648 м^2 (для бессменных посевов). Удобренный фон питания – длиной 30 м, неудобренный – 60 м. Учётная площадь для зерновых культур составляет 60 и 120 м^2, для пропашных культур – 42 м^2.

Оборудование и технические средства. Для проведения исследования применяется агротехника, которая используется в производстве: колёсный и гусеничный трактор МТЗ-80 (Белоруссия) и ДТ-75 (Россия), сеялки СЗС-2,1 (Россия), СЗП-3,6 (Россия) и УПС-8 (Украина), культиваторы КПС-4 (Россия) и КРН-4,2 (Россия), плуг ПЛН-5-35 (Россия), бороны зубовые БЗСС-6 (Россия), катки кольчатые ЗККШ-6 (Россия). Учёт урожая зерновых культур проводится комбайном «Сампо-500» (Финляндия).

Статистическая обработка. Результаты исследования обрабатываются математическим методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.1» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Погодные условия вегетационного периода сельскохозяйственных культур играют важнейшую роль в формировании их урожая. Для озимых культур основой урожая являются погодные условия в осенний период (сентябрь-октябрь).

В сентябре и октябре 2016 года выпало осадков соответственно 79 и 33 мм при норме 32 и 39 мм. В 2017 году в весенние месяцы (апрель и май) для озимых сложились благоприятные условия как по температурному режиму воздуха, так и по выпадению осадков (табл. 1).

Таблица 1. **Погодные факторы за 2016-2017 сельскохозяйственный год (по данным Оренбургского гидрометцентра)**

Месяцы	Температура воздуха, °С				Количество осадков, мм	
	средне-многолетняя	за текущий год	максимальная	минимальная	средне-многолетние	за текущий год
	2016 год					
Сентябрь	18,4	13,4	29	4	32	79
Октябрь	4,5	4,3	19	-9	39	33
Ноябрь	-4,0	-4,1	8	-21	29	36
Декабрь	-11,2	-12,9	3	-25	26	45
	2017 год					
Январь	-14,8	-11,5	1	-26	19	14
Февраль	-14,2	-12,0	2	-29	18	14
Март	-5,7	-4,7	3	-17	24	31
Апрель	4,8	6,8	1,9	-5	25	16
Май	15,0	14,3	26,3	1,3	41	33
Июнь	19,7	18,2	33,0	10,0	39	39
Июль	21,9	22,7	38,0	12,0	41	34
Август	19,4	23,0	39,0	7	34	4
За с.-х. год	4,5	4,8	16,9	-8,1	367	378

Для роста и развития ранних яровых зерновых и озимых культур в мае, июне и июле 2017 года складывались хорошие условия, а для поздних зерновых и кормовых культур погодные условия августа были крайне неблагоприятными. Температура воздуха за этот месяц превысила норму на 3,6 °С, осадков выпало всего 4 мм при норме 34 мм.

Реакция сельскохозяйственных культур на сложившиеся в 2017 году погодные условия вегетации была неоднозначной. Урожайность озимой пшеницы и ржи по чёрным кулисным парам составила в среднем 22,9 и 21,2 ц/га соответственно, яровой твёрдой пшеницы по всем предшественникам – 19,1 ц, яровой мягкой пшеницы по твёрдой – 19,1 ц, яровой мягкой пшеницы по сборному полю – 18,2 ц, проса по яровой пшеницы – 4,4 ц, гороха по яровой пшеницы – 16,2 ц и ячменя по мягкой пшеницы – 30,4 ц с каждого гектара (табл. 2).

Предшественники яровой мягкой пшеницы: яровая твёрдая пшеница по чёрному, почвозащитному и сидеральному парам, кукуруза на силос, просо и горох оказались равноценными – её урожайность составила от 18,1 до 20,0 ц/га ($НСР_{005}$ = 0,97 и 1,54 ц/га).

Из таблицы 2 видно, что среди кормовых культур урожайность зелёной массы суданской травы летнего посева составила 186,5 ц/га, злаково-бобовой смеси (овёс+горох) – 162,5 ц/га и кукурузы на силос – 55,4 ц/га.

Таблица 2. **Влияние предшественников и фонов питания на урожайность культур в шестипольных севооборотах, ц/га (2017 год)**

№ севооборота, 1-4. – среднее по 4-м севооборотам, культура	Предшественник	Фон питания		При-бавка + или –	Сред-нее по двум фонам
		удобрен-ный	неудоб ренный		
1. Озимая пшеница	Пар чёрный кулисный	27,4 $НСР_{005}$=4,29	18,4	+9,0	22,9
1. Озимая рожь	Пар чёрный кулисный	26,7 $НСР_{005}$=2,06	15,7	+11,0	21,2
1-4. Яровая твёрдая пшеница	Озимые, пары (чёрный, почвозащитный, сидеральный)	19,1 $НСР_{005}$=0,93	19,2	-0,1	19,1
1-4. Яровая мягкая пшеница	Яровая твёрдая пшеница	18,3 $НСР_{005}$=0,97	20,0	-1,7	19,1
1-4. Яровая мягкая пшеница	Кукуруза на силос, просо, горох	18,3 $НСР_{005}$=1,54	18,1	+0,2	18,2
1-4. Просо	Яровая твёрдая и мягкая пшеница	4,4 $НСР_{005}$=0,94	4,5	-0,1	4,4
1-4. Горох	Яровая твёрдая и мягкая пшеница	15,3 $НСР_{005}$=1,23	17,1	-1,8	16,2
1-4. Ячмень	Яровая мягкая пшеница	33,0 $НСР_{005}$=2,03	27,8	+5,2	30,4
1-4. Суданская трава	Ячмень	202,5 $НСР_{005}$=8,66	170,5	+32,0	186,5
1-4. Овёс+горох	Ячмень	188,0 $НСР_{005}$=12,42	137,0	+51,0	162,5
1-4. Кукуруза на силос	Яровая твёрдая пшеница	56,7 $НСР_{005}$=9,66	54,1	+2,6	55,4

Наблюдалась различная отзывчивость культур на минеральные удобрения в погодных условиях 2016-2017 сельскохозяйственного года.

Внесение под основную обработку пара (отвальная вспашка на глубину 25-27 см) $P_{80}K_{40}$ обеспечило прибавку зерна озимой ржи на удобренном фоне 11,0 ц/га в сравнении с неудобренным, озимой пшеницы – 9,0 ц/га. Весенняя подкормка озимой ржи дозой 30 кг д. в. на 1 га аммиачной селитрой снизила урожайность на удобренном фоне на 5,8 ц/га, а на неудобренном фоне, наоборот, повысила на 8,7 ц/га.

Эффекта от применения минеральных удобрений по всем предшественникам яровой твёрдой и мягкой пшеницы не отмечалось, а по гороху и просу наблюдалось незначительное снижение урожайности.

Самое отрицательное действие от удобрений проявилось на посевах яровой твёрдой пшеницы по сидеральному пару. Очевидно, из-за избыточного накопления в почве питательных веществ на удобренном фоне питания после злакобобовой смеси культура снижает урожайность.

Прибавка урожайности ячменя от внесения $N_{40}P_{40}$ составила 5,2 ц/га, что статистически существенно ($НСР_{005}$=2,03 ц/га).

Суданская трава и злаково-бобовая смесь на удобренном фоне питания сформировали урожайность зелёной массы на 32,0 и 51,0 ц/га больше ($НСР_{005}$ = 8,66 и 12,42 ц/га соответственно), чем на неудобренном. Внесение удобрений под кукурузу на силос в условиях засухи не дало эффекта.

По своему влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур предшественникам отводится значительное место.

Лучшим для яровой твёрдой пшеницы из паровых предшественников оказался пар почвозащитный, который позволил сформировать урожайность культуры в 21,4 ц/га или на 1,4 ц/га выше ($НСР_{005}$=0,93 ц/га), чем пар чёрный кулисный. Из непаровых предшественников самую высокую урожайность яровая твёрдая пшеница сформировала после озимых по чёрному пару – 17,0 ц/га.

В исследовании наблюдается самая низкая урожайность яровой твёрдой пшеницы (11,5 ц/га) в бессменном посеве (табл. 3).

Таблица 3. **Урожайность сельскохозяйственных культур в бессменных посевах и двупольных беспаровых севооборотах в зависимости от фонов питания (2017 год), ц/га**

№ варианта, культура	Предшественник	Фон питания		Прибавка + или -	$НСР_{005}$	Среняя по двум фонам
		удобренный	неудобренный			
1. Яровая твёрдая пшеница (бессменный посев)	Яровая твёрдая пшеница	11,5	11,8	-0,3	0,43	11,6
2. Яровая мягкая пшеница	Яровая твёрдая пшеница	13,8	15,0	-1,2	2,80	14,4
3. Кукуруза	Яровая твёрдая пшеница	56,6	58,6	-2,0	2,80	57,6
4. Яровая твёрдая пшеница	Кукуруза на силос	10,0	12,9	-2,9	1,00	11,4
5. Кукуруза на силос (бессменный посев)	Кукуруза на силос	73,1	60,6	+12,5	14,77	66,8
6. Яровая мягкая пшеница (бессменный посев)	Яровая мягкая пшеница	14,7	14,7	+0,0	4,11	14,7
7. Яровая твёрдая пшеница	Яровая мягкая пшеница	12,9	14,3	-1,4	5,61	13,6
8. Ячмень (бессменный посев)	Ячмень	28,5	24,8	+3,7	4,32	26,6
9. Просо (бессменный посев)	Просо	2,9	2,7	+0,2	0,93	2,8
10а. Яровая твёрдая пшеница	Ячмень	18,0	17,0	+1,0	2,80	17,5
10б. Ячмень	Яровая твёрдая пшеница	31,6	25,4	+6,2	1,44	28,5
11. Яровая твёрдая пшеница	Просо	15,4	12,9	+2,5	5,09	14,1
12. Просо	Яровая твёрдая пшеница	6,9	6,8	+0,1	1,2	6,8
14а. Горох	Яровая твёрдая пшеница	6,4	7,8	-1,4	1,10	7,1
14б. Яровая твёрдая пшеница	Горох	8,5	8,9	-0,4	2,96	8,7

В данной таблице показано, что бессменный посев яровой мягкой пшеницы и её чередование с твёрдой в 2-польном севообороте обеспечили формирование одинаковой урожайности: соответственно 14,7 и 14,4 ц/га, что существенно ниже в сравнении с урожайностью в 6-польных севооборотах.

Урожайность ячменя во всех 6-польных севооборотах не зависела от вида предшественника и в среднем составила 30,4 ц/га, тогда как в бессменном посеве она оказалась немного ниже – 26,6 ц/га ($НСР_{005}$=4,32 ц/га).

В 2-польных беспаровых севооборотах урожайность яровой твёрдой пшеницы при чередовании её с кукурузой на силос, с мягкой пшеницей была примерно одинаковой, как и в бессменном её посеве.

При бессменном посеве ячменя и проса (кроме яровой пшеницы и кукурузы на силос) существенно снизилась урожайность в сравнении с нею при возделывании этих культур в 2-польных севооборотах.

Самая низкая урожайность среди зерновых культур наблюдалась у проса, гороха и яровой твёрдой пшеницы в их бессменных посевах.

Реакция культур на минеральные удобрения была отрицательной в бессменном посеве яровой твёрдой пшеницы и при чередовании её с яровой мягкой пшеницей, кукурузой на силос и горохом, а также в посевах яровой мягкой пшеницы, кукурузы на силос и гороха при чередовании их с твёрдой пшеницей.

Обсуждение полученных результатов.

В засушливых условиях Оренбургской области основным фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур, являются погодные условия, в которых её судьба в отдельные годы может решиться за короткий период. По выражению известного учёного, академика Н.М. Тулайкова [14] в этих условиях она зависит не столько от уровня агротехники, как от неба. Выполненное нами исследование подтверждает это положение.

Погодные условия в засушливых условиях Оренбуржья по своему влиянию на урожайность во многие годы являются основными. Из них осадкам, а за последние годы и температурному режиму принадлежит ведущее место. Такое положение подтверждается многолетними исследованиями В.Е.Тихонова, Н.А. Максютова, А.Г. Крючкова, В.Ю. Скороходова и Ю.В. Кафтана [14-18].

Такая же значимость погодных условий установлена в исследованиях, выполненных нами в 2017 году. Этот год по многим вышеприведённым показателям был благоприятен для озимой пшеницы, ржи и ранним яровым зерновых культур. В связи с дефицитом осадков и высокой температурой воздуха, а также низкими весенними запасами влаги в почве формирование урожая поздних культур проходило в условиях летне-осенней засухи, что привело к резкому снижению урожайности проса и кукурузы на силос.

Основной причиной более низкой урожайности сельскохозяйственных культур в 2-польных севооборотах и бессменных посевах явилось ухудшение влажности почвы по сравнению с 6-польными зернопаровыми, почвозащитными и сидеральными севооборотами, которые накопили к весне больше продуктивной влаги. Это их преимущество сохранилось за счёт накопления влаги в паровых полях в нижних почвенных горизонтах.

Как показало исследование, по непаровым предшественникам во все сроки наблюдения складывалась практически одинаковая влажность почвы.

Чёрные пары под озимые и яровую твёрдую пшеницу в весенне-летний период (начало парования-конец парования) в условиях 2017 года потеряли не только все осадки (110 мм), но и почвенную влагу: в слое 0-30 см – 30 мм, в слое 0-100 см – 62 мм. Почвозащитный и сидеральный пары на рост, развитие и формирование урожая парозанимающих культур израсходовали все осадки и полностью почвенную влагу в метровом слое почвы – 67 мм: в нём остался только мёртвый запас влаги.

В проведённом эксперименте содержание основных питательных веществ (N, P, K) в почве не зависело от вида непаровых предшественников. Содержание этих веществ было немного больше в начале вегетации растений, а в конце вегетации оно снизилось.

Изменение в содержании основных питательных веществ в паровых предшественниках заметно происходило в основном только по нитратному азоту. В чёрных парах за весенне-летний период в результате минерализации гумуса нитратный азот накопился в избыточном количестве, что привело к нарушению соотношения между азотом и фосфором. Такой дисбаланс снизил урожайность озимых культур и яровой твёрдой пшеницы.

В почвозащитном и сидеральном парах соотношение между азотом и фосфором не нарушалось, так как часть нитратного азота была использована на формирование урожая парозанимающих культур.

В выполненном исследовании изучалась отзывчивость культурных растений на минеральные удобрения, которая приводит в основном к прибавке урожайности. Но в исследуемых вариантах опыта было отмечено и отрицательное действие этих удобрений, что сказалось на урожайности таких культур, как яровая твёрдая и мягкая пшеница, просо, горох в севооборотах и яровая твёрдая и мягкая пшеница, кукуруза на силос, горох в бессменном посеве и 2-польных беспаровых севооборотах. Такое действие удобрений было связано со сложившимися засушливыми условиями, видом предшественника и биологическими особенностями данных культурных растений.

Одним из основных факторов снижения урожайности сельскохозяйственных культур, особенно во влажный вегетационный период, является засорённость посевов. В зернопаровых и зернопаропропашных 6-польных севооборотах после хорошо обработанного чистого пара засорённость посевов многолетними сорняками даже в конце ротации находится ниже порога вредоносности [19].

В исследуемых почвозащитном и сидеральном севооборотах в связи с меньшим количеством обработок в паровых полях засорённость многолетними сорняками в конце ротации на 30 % выше, что заметно сказывается на урожайности.

Засорённость посевов малолетними сорняками в средне засушливый 2017 год представляла небольшую опасность. В посевах наблюдалось, что часть этих сорных растений хорошо подавлялась сельскохозяйственными культурами.

Например, рассмотрим применение гербицидов против этих сорняков в данных посевах. В связи с тем, что во второй половине лета количества осадков недостаточно, малолетние сорняки находятся в подавленном состоянии, поэтому эффект от применения гербицидов – невысокий в посевах зерновых культур и кукурузы на силос. Так, с обработкой посевов гербицидами урожайность яровой твёрдой пшеницы составила 24,2 ц, мягкой – 19,8 ц, ячменя – 28,8 ц, проса – 6,6 ц и кукурузы зелёной массы – 50,0 ц с гектара, а без обработки – соответственно 20,9 ц, 18,1 ц, 27,2 ц, 4,3 ц и 40,6 ц с гектара. Прибавка зерна и зелёной массы от применения гербицидов составила соответственно 3,3 ц; 1,7 ц; 1,6 ц; 2,3 ц и 9,4 ц с гектара [20].

Большой ущерб урожаю сельскохозяйственных культур наносят болезни и вредители. В полевых опытах 2017 года болезней растений зерновых культур не наблюдалось. Из вредителей заметный урон урожаю озимой ржи и пшеницы нанёс жук-кузька, несмотря на обработку посевов против него ядохимикатами. Потери урожайности зерна составляли до 3-4 ц с гектара.

Таким образом, исследованием установлено основное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах и бессменных посевах таких факторов, как погодные условия, фон питания, предшественник, влажность почвы, содержание подвижных питательных веществ и фитосанитарное состояние посевов.

Выводы.

1. Основным фактором, влияющим на урожайность сельскохозяйственных культур в 2017 году, явились погодные условия, которые сложились благоприятно для озимых и ранних яровых зерновых культур, но оказались засушливыми для поздних культур.

2. Наиболее отзывчивыми культурами на удобрения оказались озимые культуры (пшеница и рожь), из яровых зерновых – только ячмень, из кормовых – суданская трава и злаково-бобовая смесь (овёс+горох).

3. Лучшим предшественником для яровой твёрдой пшеницы явился пар почвозащитный, а самая низкая её урожайность была получена после озимых культур по чёрному кулисному пару. Урожайность яровой мягкой пшеницы не зависела от вида предшественника как на удобренном, так и неудобренном фоне питания. Такая же закономерность наблюдалась по гороху, просу и ячменю.

4. Урожайность зерновых культур в 2-польных беспаровых севооборотах и бессменных посевах ниже, чем в 6-польных севооборотах с паровыми полями из-за минимальной влажности почвы.

5. За вегетационный период сельскохозяйственных культур содержание подвижных макроэлементов (N, P, K) в почве под непаровыми предшественниками складывается одинаково, под паровыми – по-разному, особенно по нитратному азоту, которого избыточно накапливается в чёрном кулисном пару, что приводит к дисбалансу питательных веществ и к снижению урожайности будущей культуры.

6. Засорённость посевов в 6-польных севооборотах с различными видами пара, 2-польных беспаровых севооборотах и бессменных посевах сельскохозяйственных культур в предыдущие годы находилась ниже экономического порога вредоносности, но в 2017 году она превысила этот порог, что обусловило снижение урожайности зерновых культур на 2-3 ц с гектара.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Максютов Н.А., Жданов В.М., Лактионов А.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург, 2008. 230 с.

2. Максютов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Оренбург, 2012. 332 с.

3. Максютов Н.А., Жданов В.М. Уроки засухи в Оренбуржье // Земледелие. 2010. № 4. С. 3-4.

4. Аникович В.Ф. Севообороты на Южном Урале. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1973. 220 с.

5. Бесалиев И.Н., Чурбакова С.М. Научно-обоснованные параметры формирования высокопродуктивного агроценоза яровой твёрдой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Сборник научных трудов / ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ». Оренбург: ООО «Агентство Пресса», 2017. С. 191-198.

6. Плодородие почв Оренбургской области, использование и эффективность удобрений при возделывании полевых культур / А.В. Ряховский, И.А. Батурин, А.П. Березнев, А.Н. Болотин, В.П. Голодников. Оренбург, 2008. 251 с.

7. Крючков А.Г. Научные основы технологии выращивания, уборки и послеуборочной обработки сильных и твёрдых пшениц в степной зоне Южного Урала: дис. … д-ра с.-х. наук. Оренбург, 1995. 534 с.

8. Абдрашитов Р.Х. Особенности формирования оптимальных агроценозов яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Оренбург, 2001. 59 с.

9. Бесалиев И.Н. Влияние предшественников и минеральных удобрений на фотосинтетические показатели, продукционный процесс, урожайность и качество семян яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала: дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 1999. 160 с.

10. Крючков А.Г., Елисеев В.И., Абдрашитов Р.Р. Удобрение яровой твёрдой пшеницы и её урожайность в Оренбургском Предуралье // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 1. С. 53-57.

11. Елисеев В.И., Сандакова Г.Н. Зависимость урожайности яровой мягкой пшеницы сильных сортов от уровня минерального питания в условиях Оренбургского Предуралья // Сборник научных трудов / ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ». Оренбург: ООО «Агентство Пресса», 2017. С. 233-240.

12. Бесалиев И.Н. Особенности азотного питания яровой твёрдой пшеницы в Оренбургском Предуралье в зависимости от агротехнических факторов // Сборник научных трудов / ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ». Оренбург: ООО «Агентство Пресса». 2017. С. 199-207.

13. Бакиров Ф.Г., Даниловских В.В. Влияние предшественников и ресурсосберегающих технологий на урожайность яровой твёрдой пшеницы в Оренбуржье // Сборник научных трудов / ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ». Оренбург: ООО «Агентство Пресса», 2017. С. 208-218.

14. Тихонов В.Е. Засуха в степной зоне Урала. Оренбург, 2005. 346 с.

15. Максютов Н.А. Пути повышения эффективности земледелия в степной зоне Южного Урала // Тезисы научных сообщений. Уральск, 1998. С. 36-38.

16. Крючков А.Г., Максютов Н.А. Погодные факторы и роль предшественников в повышении урожайности яровой твёрдой пшеницы // Аграрная наука. 2015. № 7. С. 7-11.

17. Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В. Продуктивность беспаровых двупольных севооборотов и их экономическая эффективность на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2. С. 8-11.

18. Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В. Продуктивность севооборотов с озимыми культурами и их экономическая эффективность в степной зоне Южного Урала // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 248-256.

19. Кафтан Ю.В., Митрофанов Д.В. Влияние засорённости посевов на урожайность яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3. С. 17-19.

20. Основные результаты длительных стационарных исследований в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала / Н.А. Максютов, А.А. Зоров, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Сборник научных трудов / ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ». Оренбург: ООО «Агентство Пресса», 2017. С. 143-152.

Максютов Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, исполняющий обязанности по управлению отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел. 8-9228-575-92-09, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Скороходов Виталий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-906-845-87-45, e-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Митрофанов Дмитрий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-987-855-98-95, e-mail: dvm.80@mail.ru

Кафтан Юрий Васильевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-987-899-47-48, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Зенкова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел. 8-987-787-09-65, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Жижин Виталий Николаевич, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-919-845-74-66, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Поступила в редакцию 3 августа 2018 года

UDC 633.1:631.582:631.559:631.4:551.5 (470.56)

Maksyutov Nikolay Alekseyevich, Skorokhodov Vitaly Yuryevich, Mitrofanov Dmitry Vladimirovich, Kaftan Yury Vasilyevich, Zenkova Natalya Anatolyevna, Zhizhin Vitaly Nikolaevich

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Main factor effecting crop yield in crop rotation and monocropping on southern chernozems of the Orenburg region

Summary. There are results of comparative study of various crops' yields with two nutrient statuses performed in weather conditions of 2017 in the six-field grain-fallow-row, grain-fallow, soil-protective and green manured crop rotations, as well as in the two-field permanent crop rotation and monocropping based on the unique long-term stationary experience on southern chernozems of the Orenburg region.

There was researched influence of weather factors (air temperature and precipitation), precursors, mineral fertilizers, soil moisture, content of mobile nutrients in soil, weed infestation, development of plant diseases and parasites propagation on crop yields of the studied crops.

It was established that the main factor determining crop yields in 2017 was weather conditions that were favorable for winter and early spring grain crops and unfavorable for late crops. Best precursors for each studied culture, responsiveness of crops to mineral fertilizers were identified.

The results obtained in the experiment on crop yields in various crop rotations and monocropping were processed using a mathematical method of analysis of variance in a special statistical program

Key words: grain crop, precipitations, temperature, drought, precursor, crop rotation, monocrop, soil moisture, nutrient status, yield.

УДК 631.526.325:635.21:631.67(470.56)

Оценка гибридов картофеля в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья

Е.В. Аминова[1], А.А. Мушинский[1], А.А. Васильев[2], Т.Т. Дергилева[2]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

[2] ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства»

Аннотация. Для получения стабильных урожаев картофеля в производстве следует использовать адаптивные сорта, высококачественный семенной материал и сортовые технологии возделывания. Цель исследований сводилась к выявлению наиболее адаптивного к местным условиям и перспективного для селекционного процесса гибридного материала, сочетающего высокую продуктивность, устойчивость к основным болезням с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Объектами исследований являлись гибриды 10.76.35, 01.12.17, 08.22.1, 05.16.25, 99.2.14-2 и районированный сорт Невский. В статье представлены исследования по продуктивности и качественным показателям пяти гибридов картофеля, возделываемых в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья. Изучаемые гибриды 10.76.35, 01.12.17, 99.2.14-2 существенно превзошли по урожайности сорт Невский (контроль) на 12,4-15,7 т/га соответственно. Все исследуемые гибриды превышали показатели по товарности и массе товарного клубня в сравнении со стандартом. Результаты статистического анализа выявили достоверное отличие по количеству клубней в кусту у исследуемых гибридов 05.16.25, 10.76.35 и 08.22.1 от контрольного сорта Невский. Следовательно, по количеству и массе товарных клубней гибриды соответствовали требованиям, предъявляемым к столовым сортам. На основании проведённых исследований установлено, что содержание сухого вещества и крахмала у гибрида 99.2.14-2 существенно выше (на 4,35 % и 2,6 %) в сравнении с контролем.

По результатам трёхлетнего изучения гибридов картофеля в степной зоне Оренбургского Предуралья отобраны и рекомендованы к использованию в селекционном процессе и возделыванию в производственных условиях следующие гибриды, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков: 10.76.35, 01.12.17, 99.2.14-2.

Ключевые слова: картофель, количество клубней, гибриды, нитраты, сухое вещество.

Введение.

В России картофель относится к числу наиболее востребованных сельскохозяйственных культур [1].

Мировое сельскохозяйственное производство испытывает серьёзное влияние изменяющегося климата: усилилась нестабильность температурного режима и осадков, изменился характер распространения вредителей и патогенов. В связи с этим отмечены изменения фитосанитарной ситуации в картофелеводстве [2].

На сегодняшний день сорт в технологии картофелеводства выступает как особый фактор улучшения эффективности производства в сельском хозяйстве. Новые сорта и гибриды являются наиболее эффективным средством повышения величины и качества урожая [3]. Важнейшей составляющей частью картофелеводства являются селекция и семеноводство [4].

Основное направление селекционной программы – создание высокопродуктивных сортов картофеля, с высокими товарными качествами, высокой сохранностью, устойчивых к наиболее адаптирующим популяциям патогенов, а также способностью противостоять действию абиотических и биотических факторов с широкой адаптивностью к условиям выращивания в различных регионах страны [5-9].

Острота проблемы по расширению сортимента сортов картофеля обусловлена узкой генетической базой созданных сортов.

В Российском государственном реестре селекционных достижений имеется около 400 сортов. Из них только двадцать семь допущены к использованию по 9 региону Российской Федерации, но фактическое распространение имеют два-три сорта. В степной зоне Южного Урала преобладают сорта инорайонной селекции, недостаточно приспособленные к местным условиям. За последние 10 лет урожайность используемых к посадке в производственных условиях сортов картофеля в Оренбургской области не превышает 20-25 т/га.

Степная зона Оренбургского Предуралья характеризуется резко континентальным климатом, в связи с этим ставятся непростые задачи при возделывании картофеля. Поэтому экологические испытания новых и перспективных гибридов картофеля в конкретных почвенно-климатических условиях являются актуальными и имеют большую практическую значимость.

Цель исследования.

Получение экспериментальных данных по изучению и выделению наиболее адаптивного к местным условиям и перспективного для селекционного процесса гибридного материала, сочетающего высокую продуктивность, устойчивость к основным болезням с комплексом хозяйственно-ценных признаков.

Материалы и методы исследования.

Объекты исследования. Районированный сорт картофеля Невский и гибриды: 10.76.35, 01.12.17, 08.22.1, 05.16.25, 99.2.14-2.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Климат в Оренбургской области – резко континентальный с холодной зимой и жарким засушливым летом.

Засушливые погодные условия во время вегетации складывались в 2016 и 2017 году, количество осадков составило 56 мм и 53 мм, при сумме эффективных температур 2530 и 2420 °С соответственно. Вегетационный период 2015 года можно охарактеризовать как наиболее благоприятный, с достаточным количеством осадков и тепла (143 мм при сумме активных температур 2260 °С).

Почва опытного участка – чернозём южный, остаточно-луговатый слабогумусированный среднемощный тяжело- и среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2 %. Характеризуется низкой обеспеченностью подвижными формами азота (6,35 мг/100 г почвы) и фосфора (8,63...9,96 мг/100 г почвы), средней (22 мг/100 г почвы) – обменным калием.

Схема эксперимента. Полевой опыт в 2015…2017 гг. был заложен на орошаемом участке ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области.

Гибридный материал был создан в лаборатории ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства» путём межсортовых скрещиваний.

Закладка опыта и исследования проводились согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова [10] и методикам «Государственное сортоиспытание сельскохозяйственных культур» [11], «Методика исследований по культуре картофеля» [12].

Предшественником на экспериментальном участке служил кострец безостый. Схема посадки – 0,75×0,25 м. Размещение вариантов в повторениях – систематическое. Повторность опыта – трёхкратная.

На экспериментальном участке под картофель провели внесение удобрений с общей нормой N_{75} P_{120} K_{112}. кг д. в.: 112 кг д. в. фосфорных и калийных удобрений под вспашку, весной – внесение аммофоса 150 кг д. в. вразброс с заделкой внесённых удобрений доминатором AMAZONE.

За период проведения исследований погодные условия были разнообразными, что позволило разносторонне оценить гибриды картофеля.

Оборудование и технические средства. Для определения сухого вещества и крахмала использовали электронные весы – ВЛКТ-500г-М (Гос-метр, Россия); сушильный шкаф – LABOR MUSZERIPARI MUVEK ESZTERGOM (Венгрия); фотоколориметр КФК-2 (Россия); учёт массы клубней с куста производили весами ВЭТ-6-1С (Россия). Полив осуществляли дождевальной установкой ДМ-100 «Фрегат» (Россия), а посадку картофелесажалкой GRIMME, GL 34 T четырёхрядная («Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG», Германия), доминатор AMAZONE («AMAZONEN-WERKE H. Dreyer GmbH & Co. KG», Германия).

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Анализ потомства межвидовых гибридов позволил выделить максимальную массу клубней на куст 1930 г (10.76.35), а на остальных вариантах масса клубней варьировала от 1254 г (05.16.25) до 1661,3 г (99.2.14-2), что превышало контроль на 465-1141 г (табл. 1). Количество клубней фракции 0-30 г у гибридов картофеля изменялась от 1,0 шт. (99.2.14-2) до 4,6 шт. (05.16.25), а количество товарных клубней находилось в пределах от 8,5 шт. (99.2.14-2) до 11,3 шт. (01.12.17). Наибольшее количество клубней на куст отмечалось у образца 05.16.25 – 20 шт.

Таблица 1. **Структура урожая гибридов картофеля за 2015-2017 гг.**

Сорт и гибриды	Масса клубней на куст, г	Количество клубней на куст, шт.				Урожайность, т/га
		всего	0-30 г	30-70 г	>70 г	
Невский	789±42	10,2	1,0	4,8	4,4	38,4±0,6
10.76.35	1930±80	18,6	2,6	4,4	11,6	54,1±1,1
01.12.17	1490±212	14,6	2,0	1,3	11,3	50,8±1,3
08.22.1	1443±77	15,5	2,3	3,3	9,9	49,4±0,9
05.16.25	1254±134	20,0	4,6	5,9	9,1	46,9±1,8
99.2.14-2	1661,3±187	12,3	1,0	1,3	10,0	52,3±2,1
$НСР_{05}$	12,3	-	-	-	-	1,02

Исследования за 2015-2017 гг. показали, что максимальная урожайность на экспериментальном участке составила у гибрида 10.76.35 – 54,1 т/га, на остальных образцах варьировала от 46,9 т/га (05.16.25) до 52,3 т/га (99.2.14-2). Следует отметить, что по данному признаку контрольный сорт Невский уступал гибридам на 8,5-15,7 т/га.

Качественные показатели являются главным критерием производства любого вида продукции, в том числе и картофеля. В связи с этим оценка по биохимическим показателям имеет большое значение. На основании проведённых исследований установлено, что наибольшее содержание сухого вещества и крахмала было отмечено у образца 99.2.14-2 соответственно 23,83 % и 16,7 %, а у контрольного районированного сорта Невский составило 19,48 % и 14,1 % (табл. 2).

Таблица 2. **Содержание в клубнях крахмала, сухого вещества и нитратов в среднем за 2015-2017 гг.**

Сорт и гибриды	Содержание крахмала, %	Содержание сухого вещества,%	Содержание нитратов, мг/кг
Невский	14,1±0,13	19,48±0,19	62,7
10.76.35	15,3±0,21	21,22±0,16	60,8
01.12.17	15,2±0,09	22,54±0,27	61,2
08.22.1	14,2±0,15	19,63±0,21	63,5
05.16.25	13,3±0,24	17,52±0,18	60,4
99.2.14-2	16,7±0,3	23,83±0,33	63,6

Немаловажное значение имеет и оценка по уровню накопления нитратов в клубне картофеля, содержание которых во многом зависит от технологии возделывания.

Наибольшее содержание нитратов отмечалось у гибрида 99.2.14-2 – 63,6 мг/кг и было значительно меньше максимально допустимой нормы ПДК – 250 мг/кг сырой массы.

По вкусовым качествам почти все исследуемые гибриды имели высокие показатели. Наибольшую дегустационную оценку получили образцы 01.12.17 (4,8 баллов) и 10.76.35 (4,7 баллов), что выше контроля сорта Невский на 0,7-0,8 балла (табл. 3).

Таблица 3. **Кулинарные качества клубней в среднем за 2015-2017 гг.**

Сорт и гибриды	Вкус, балл	Кулинарный тип
Невский	4,0	АВ
10.76.35	4,7	С
01.12.17	4,8	С
08.22.1	3,7	В
05.16.25	3,8	АВ
99.2.14-2	4,2	ВС

В современной мировой практике столовые сорта картофеля обычно принято подразделять на 4 кулинарных типа, от салатного (кулинарный тип А) до более рассыпчатых типов (В, С, Д), предназначенных для использования в приготовлении конкретных блюд [13].

Оценка кулинарного типа у исследуемых нами клубней картофеля показала, что районированный сорт Невский и гибрид 05.16.25 соответствовали промежуточному кулинарному типу АВ, т. е. имели средне разваривающиеся клубни.

Таким образом, остальные изучаемые гибриды относятся к кулинарному типу В и С, что обусловлено нарушением целости кожуры, уменьшением плотности, увеличением мучнистости и зернистости мякоти.

Обсуждение полученных результатов.

На данный момент в Российском государственном реестре селекционных достижений внесено достаточное количество сортов, но в использовании их потенциала имеется немало серьёзных проблем. Потенциал же урожайности большинства современных сортов картофеля достаточно высок. Однако средняя урожайность сортов, полученная на испытании в Госсортсети, во многих регионах России варьирует от 30 т/га до 40 т/га, а фактический средний урожай в хозяйствах ограничивается 15-18 т/га [14].

Одним из основных хозяйственно-ценных признаков оценки гибридов является урожайность, которая зависит от количества и массы товарного клубня с одного куста [15]. Так, в своих исследованиях мы нашли этому подтверждение. Урожайность была выше у тех гибридов, у которых наибольшие количество и масса товарного клубня (10.76.35, 01.12.17, 99.2.14- 2).

В своих исследованиях Н.А. Щербакова утверждает, что содержание крахмала является ведущим показателем качества клубней картофеля [16]. Ранее мы в своих работах указывали, что выявление сортовых и агротехнических особенностей накопления крахмала в клубнях представляет собой практическое значение, так как при более высокой величине этого показателя повышается пищевая и техническая ценность картофеля, а также улучшается его лёжкость при хранении [17]. В нашем эксперименте содержание крахмала в клубнях картофеля варьировало от 13,3 % до 16,7 %.

Авторы в своей работе указывают, что количество сухого вещества влияет на кулинарные качества клубней [15, 18]. Клубни с низким содержанием сухого вещества имеют плотную консистенцию и не развариваются. По нашим данным, сорт Невский и гибрид (05.16.25) можно отнести к кулинарному типу АВ с содержанием сухого вещества в клубнях 19,48 % и 17,53 % соответственно.

Нитраты являются естественной составной частью растения картофеля, поскольку без него не образуются аминокислоты и белки. Но избыток нитратов опасен для здоровья человека, потому разработаны показатели предельно допустимой концентрации (ПДК) нитратов в сельскохозяйственной продукции, которые для картофеля составляют 250 мг нитратного азота на 1 кг сырых клубней. Считается, что при таком ПДК картофель безвреден [19]. Из результатов 3-летнего исследования в клубнях гибридов картофеля содержание нитратов не превышало ПДК.

Выводы.

Таким образом, при изучении селекционного материала картофеля в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья были выделены 3 гибрида (10.76.35, 01.12.17, 99.2.14-2), которые превышают стандартный сорт Невский по урожайности на 12,4-15,7 т/га, по содержанию крахмала и сухого вещества – на 1,1 %-2,6 % и на 1,74 %-4,35 % соответственно.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0024)

Литература

1. Успехи учреждений северо-запада России в селекции сортов картофеля, устойчивых к вредным организмам / С.Р. Фасулати, А.М. Лазарев, О.В. Иванова, Л.А. Лиманцева, А.В. Хютти, А.С. Орина, Л.П. Козлов, Н.М. Гаджиев, З.З. Евдокимова, В.А. Лебедева // Защита картофеля. 2014. № 1. С. 65-68.

2. Genotypic analysis of Russian isolates of Phytophthora infestans from the Moscow region, Siberia and Far East / S. Elansky, A. Smirnov, Y. Dyakov, A. Dolgova, A. Filippov, B. Kozlovsky, I. Kozlovskaya, P. Russo, C. Smart, W. Fry // Journal of Phytopathology. 2001. V. 149(10). P. 605-611.

3. Экологическое испытание белорусских сортов картофеля в условиях Костромской области / А.В. Николаев, Н.П. Сезонова, И.Г. Любимская, С.С. Кузнецов, И.И. Колядко // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015. № 1(44). С. 14-17.

4. Болиева З.А., Басиева А.С., Царикаев З.А. Родословные гибридов картофеля селекции ФГБОУ ВО ГГАУ РСО-АЛАНИЯ // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 2. С. 43-48.

5. Ли И., Бурлов С.П., Большешапова Н.И. Селекционная оценка гибридов картофеля предварительного испытания в условиях Иркутской области // Вестник ИрГСХА. 2017. Вып. 79. С. 53-60.

6. Holm D.G. Sangre selection studies: I. Selection and comparative trials // American Potato Journal. 1988. V. 65. P. 21-26.

7. Wustman R., Carnegie F. Assestent of new Potato cultivars in Europe: a Survey // Potato Research. 2000. Vol. 43. № 2. P. 97-106.

8. Сорта картофеля для селекции и производства / Л.И. Костина, В.Е. Фомина, Л.В. Королёва, О.С. Косарева // Картофель и овощи. 2014. № 3. С. 27-28.

9. Дубровин Н.К., Байрамбеков Ш.Б., Корнева О.Г. Продуктивность отечественных сортов картофеля в Астраханской области // Картофель и овощи. 2012. № 1. С. 19-20.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: ИД Альянс, 2011. 352 с.

11. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1975. Вып. 4. 61 с.

12. Методика исследований по культуре картофеля / под ред. Н.С. Бацанова. М., 1967. 264 с.

13. Черемисин А.И., Дергачёва Н.В. Оценка коллекции сортов картофеля по столовым качествам и пригодности к переработке на чипсы // Проблемы научного обеспечения садоводства и картофелеводства. Челябинск, 2016. С. 294-301.

14. Анисимов Б.В., Коршунова М.А. Сортовые ресурсы и рынок семенного картофеля [Электронный ресурс]. url: http://refdb.ru/look/2039177.html.

15. Лапшинов Н.А., Куликова В.И., Гантимурова А.Н. Оценка сортов и гибридов картофеля по хозяйственно-ценным признакам в Кемеровском НИИСХ-филиала СФНЦА РАН // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 10. С. 38-40.

16. Щербакова Н.А. Совершенствование элементов технологии возделывания картофеля при капельном орошении на светло-каштановых почвах Астраханской области: дис. … канд. с.-х. наук. Солёное Займище, 2014. 209 с.

17. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В. Подбор сортов картофеля для почвенно-климатических условий степной зоны Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 51-54.

18. Скворцов Н.П. Влияние размеров посадки клубней и густоты посадки на урожай и качества клубней картофеля // Картофель и овощи. 1986. № 2. С. 23-24.

19. Лесовая Г.М. Агроэкологические факторы, влияющие на содержание нитратов в товарной и овощной продукции и картофеля // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 7. С. 38-39.

Аминова Евгения Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-912-841-19-31, e-mail: aminowa.eugenia2015@yandex.ru

Мушинский Александр Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-905-819-35-92, e-mail: san2127@yandex.ru

Васильев Александр Анатольевич, доктор сельскохозяйственных наук ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 454902, г. Челябинск, пос. Шершни, ул. Гидрострой, 16, тел.: (8351)232-65-10, факс: (8351)232-66-36, e-mail: kartofel_chel@mail.ru

Дергилева Тамара Тихоновна, старший научный сотрудник ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 454902, г. Челябинск, пос. Шершни, ул. Гидрострой, 16, тел.: (8351)232-65-10, факс: (8351)232-66-36, e-mail: kartofel_chel@mail.ru

Поступила в редакцию 9 июля 2018 года

UDC 631.526.325:635.21:631.67 (470.56)

Aminova Evgenia Vladimirovna[1], Mushinsky Alexander Alexeevich[2], Vasilyev Alexander Anatolievich[2], Dergileva Tamara Tikhonovna[2]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: san2127@yandex.ru

[2] *FSBSI «South Ural Scientific Research Institute of Horticulture and Potato»,* e-mail: kartofel_chel@mail.ru

Evaluation of potato hybrids under irrigated conditions of steppe zone of the Orenburg piedmont of the western Ural Mountain

Summary. Adaptive varieties, high-quality seed material and certified cultivation technologies should be used to obtain stable yields of potatoes in production. Purpose of the study was to identify the most adaptive to local conditions and promising hybrid material for selection process combining high productivity, resistance to major diseases with a set of economically valuable characteristics. The objects of research were hybrids 10.76.35, 01.12.17, 08.22.1, 05.16.25, 99.2.14-2 and released Nevsky variety. The article

presents studies on productivity and quality indicators of five potato hybrids cultivated under irrigated conditions of steppe zone of the Orenburg piedmont of the western Ural Mountains. Studied hybrids 10.76.35, 01.12.17, 99.2.14-2 significantly exceeded Nevsky variety (control) by 12.4-15.7 t/ha respectively. All investigated hybrids exceeded indicators on marketability and mass of commercial tuber in comparison with the standard. The results of statistical analysis revealed a significant difference in the number of tubers in the bush of studied hybrids 05.16.25, 10.76.35 and 08.22.1 from the control Nevsky variety. Consequently, hybrids met the requirements for table varieties by number and mass of commercial tubers. Based on conducted research it was established that content of dry matter and starch significantly exceeded in hybrid 99.2.14-2 by 4.35 % and 2.6 % compared to the control.

According to results of three-year study of potato hybrids in steppe zone of the Orenburg piedmont of the western Ural Mountains the following hybrids with a set of economically valuable characteristics were selected and recommended for use in the breeding process and cultivation under production conditions: 10.76.35, 01.12.17, 99.2.14-2.

Key words: potato, tuber number, hybrids, nitrates, dry matter.

УДК 631.524.84:633.15:631.445.41 (470.56)

Влияние атмосферных осадков, продуктивной влаги и подвижных форм питательных веществ на продуктивность кукурузы в различных севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья

Д.В. Митрофанов

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В статье приведены результаты шестнадцатилетнего изучения продуктивности кукурузы на силос в севооборотах и бессменном посеве в зависимости от количества выпавших атмосферных осадков, содержания продуктивной влаги и подвижных форм питательных веществ в почве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья.

Впервые исследуется влияние погодного фактора, почвенной влаги и элементов питания на продуктивность сельскохозяйственной культуры в зернопаропропашных, почвозащитном, сидеральном, беспаровом севооборотах и бессменном посеве на базе длительного стационарного опыта, заложенного в 1988 году.

Даётся сравнительная оценка вариантов опыта по выходу зелёной массы, кормовых и кормопротеиновых единиц кукурузы в изучаемых вариантах в связи с количеством продуктивной и израсходованной влаги в почве с учётом выпавших осадков в слое 0-30, 0-100 см, а также с содержанием питательных веществ в пахотном слое почвы. С помощью системного анализа устанавливается зависимость урожайности культуры от количества выпавших осадков в июле, влажности почвы в период уборки в слоях 0-30 и 0-100 см. Представляются результаты математической обработки данных по выходу кормовых и кормопротеиновых единиц кукурузы в севооборотах и бессменном посеве в зависимости от содержания оксидов фосфора после посева и в период уборки. В таблицах отражены показатели множественной регрессии: коэффициенты – бета, регрессии и дельта, критерий Стьюдента со степенью свободы, стандартная ошибка регрессии, уровень значимости и доля влияния изучаемого фактора на продуктивность кукурузы на силос.

В многолетнем исследовании основными результатами является определение зависимости урожайности и выхода питательных единиц кукурузы на силос от количества выпавших осадков в июле, запасов продуктивной влаги в период уборки и содержания P_2O_5 после посева в пахотном слое почвы.

Ключевые слова: кукуруза на силос, урожайность кукурузы, осадки, влага, питательные вещества, кормовые и кормопротеиновые единицы, севооборот, бессменный посев, удобрения, множественная регрессия.

Введение.

В различных странах мира кукуруза является продовольственной культурой. Её зерно применяют в изготовлении муки, крупы, кукурузных палочек, хлопьев и многих других продуктов питания, её мука играет важнейшую роль в хлебопекарном производстве. Зерно кукурузы используется как сырьё для пивоваренной, спиртовой и консервной промышленности.

Кукуруза – пропашная культура, которая имеет большое значение в различных полевых севооборотах. Она является хорошим предшественником, так как после её возделывания происходит снижение засорённости поля из-за многочисленной культивации, что благоприятно влияет на урожайность будущей культуры. Лучшими предшественниками для кукурузы в севооборотах являются озимые культуры, идущие по чистым и занятым парам, зерновые и бобовые культуры. Кукурузу можно возделывать бессменно вблизи животноводческих ферм для снижения затрат на перевозку зелёной массы.

В Оренбургской области кукуруза является главной кормовой культурой, которая возделывается в основном на силос. За последние годы в отдельных хозяйствах области (например, в СПК (колхоз) им. Ленина Беляевского района) при использовании правильной технологии возделывания культуры, хорошей усвояемости ею выпавших осадков во второй половине лета и применении фосфорных удобрений получают высокую урожайность зелёной массы в фазе молочно-восковой спелости початков.

Высокой кормовой ценностью обладает зелёная масса кукурузы с початками молочно-восковой спелости: её 100 кг содержат в среднем 20 кормовых единиц и 1,5 кг переваримого протеина. Кроме получения первоклассного силоса кукуруза используется и в качестве зелёного корма в молодом возрасте – до фазы цветения.

Потребность во влаге в разные периоды роста и развития растений кукурузы неодинакова. Наибольшая потребность во влаге бывает за 10 дней до вымётывания метёлки и продолжается ещё 20 дней после этой фазы, а также во время налива зерна. Положительная сторона культуры – использование осадков второй половины лета, после прекращения вегетации других зерновых культур.

Общий вынос макроэлементов из почвы при общепринятой технологии возделывания кукурузы составляет: азот – 10,6 кг, фосфор – 5,7 кг, калий – 16,8 кг/т. При высоких урожаях зелёной массы общее потребление питательных веществ значительно больше, чем у других яровых зерновых культур [1].

Основным средством повышения урожайности кукурузы является рациональное применение минеральных удобрений, что обеспечивает сбалансированное питание растений, устраняет недостаток или снижает отрицательное влияние избытка какого-либо элемента, способствует экономному использованию почвенной влаги, сохранению и воспроизводству плодородия почвы, повышает коэффициент использования питательных веществ [2].

С целью улучшения подбора гибридов кукурузы при выращивании на силос в любом природном климатическом регионе необходимо проводить в течение трёх и более лет экологическое испытание группы перспективных гибридов кукурузы [3]. Экологическое испытание гибридов кукурузы на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья проводили исследователи Оренбургского НИИСХ – Н.И. Воскобулова, А.А. Неверов, А.П. Будилов и другие [4]. Применение новых гибридов повышает питательную ценность силоса с 0,16 до 0,30 кормовых единиц, урожайность зелёной массы – на 27-33 % в сравнении со стандартом [5].

Как показали исследования А.А. Неверова [6], наибольшее влияние на величину урожайности кукурузы оказали почвенные запасы подвижного фосфора, продуктивная влага, осадки и другие факторы среды. Им установлено, что расход продуктивной влаги из нижних слоев почвы (на глубине 100-150 см) зависел от количества осадков в период вегетации кукурузы. Наблюдалась закономерность: чем больше было осадков в период вегетации кукурузы, тем меньше использовалась вода из глубоких слоев почвы [7].

По данным Н.И. Володарского [8], при выпадении большого количества осадков именно в начальный период вегетации основная масса корней формируется в поверхностном слое почвы 0-30 см. Глубже этого слоя количество корней резко убывает, что губительно для урожайности кукурузы в засуху.

Цель исследования.

Исследовать и определить зависимость продуктивности кукурузы на силос от количества атмосферных осадков, запасов продуктивной (почвенной) влаги и содержания питательных веществ в почве на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Кукуруза на силос в зернопаропропашных, почвозащитном, сидеральном, беспаровом севооборотах и бессменном посеве.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Территория Оренбургской области в основном относится к чернозёмной степной зоне. Оренбургский район, в котором территориально расположен опытный участок, входит в зону южных чернозёмов с содержанием гумуса в пахотном слое почвы 4–5 %. Территория опытного участка располагается в двадцати километрах от центра города Оренбурга на юго-восточном направлении.

Почва на опытном участке площадью 1,04 га характеризуется как чернозём южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый на тёмно-бурых карбонатных делювиальных опесчаненных суглинках Оренбургского Предуралья. В слое почвы 0-30 см содержится: гумуса 3,2-4,0 %, общего азота – от 0,20 до 0,31 %, фосфора – 0,14-0,22 %, подвижного фосфора – от 1,5 до 2,5 мг, калия – 30-38 мг на 100 г почвы. Гидролитическая кислотность составляет 1,5-2,3 мг/экв на 100 г сухой почвы, pH почвенного раствора равна 7,0-8,1.

Опираясь на представленные Оренбургским метеоцентром метеорологические показатели, сложившиеся на опытном участке за годы эксперимента (2002-2017 гг.), погодные условия вегетационного периода кукурузы на силос можно характеризовать следующим образом:

1. 2002 год – сильно засушливый: индекс Селянинова для оценки степени увлажнения и засушливости равняется 0,45. За вегетационный период (май-август) выпадает 86 мм осадков или 55 % от среднемноголетней нормы в 155 мм. За этот период средняя температура воздуха составляет 17,2 °С, количество суховейных дней равно 51.

2. 2003 год – влажный (индекс=1,09). Вегетационный период отличается превышением нормы выпавших осадков на 74 мм или на 48 %, их количество составляет 229 мм. Температура воздуха за этот период меньше среднемноголетней нормы (19,2 °С) на 1,3 °С, наблюдается 22 суховейных дня.

3. 2004 год – недостаточно влажный (индекс=0,74). За вегетационный период выпадает осадков 129 мм или 83 % от нормы. Температура воздуха за этот же период почти приравнивается к среднемноголетней норме: выше всего лишь на 0,7 °С, количество суховейных дней составляет 41.

4. 2005 год – средне засушливый (индекс=0,50). За вегетационный период выпадает 114 мм или 73 % от нормы. Температура воздуха за этот период выше среднемноголетней нормы на 1 °С, количество суховейных дней составляет 41.

5. 2006 год – средне засушливый (индекс=0,63). За вегетационный период выпадает149 мм или 96 % от нормы. Температура воздуха выше среднемноголетней нормы на 1,8 °С, наблюдается 45 суховейных дней.

6. 2007 год – недостаточно влажный (индекс=0,90). Вегетационный период отличается превышением нормы выпавших осадков на 22 мм или на 14 %, их количество составляет 177 мм. Температура воздуха за этот период выше среднемноголетней нормы на 1 °С, количество суховейных дней равно 51.

7. 2008 год – недостаточно влажный (индекс=0,81). За вегетационный период выпадает осадков выше нормы на 10 мм или на 6 %, их количество составляет 165 мм. Температура воздуха за этот период выше среднемноголетней нормы на 0,9 °С, отмечается 60 суховейных дней.

8. 2009 год – средне засушливый (индекс=0,56). За вегетационный период выпадает 130 мм или 84 % от нормы. За этот период средняя температура составляет 19,9 °С, отмечается 80 суховейных дней.

9. 2010 год – очень сильно засушливый (индекс=0,15). За вегетационный период выпадает 47 мм или 30 % от нормы. За этот период средняя температура составляет 23,6 °С, отмечается 104 суховейных дня.

10. 2011 год – средне засушливый (индекс=0,59). За вегетационный период выпадает 138 мм или 89 % от нормы. За этот период средняя температура составляет 20,3 °С, отмечается 59 суховейных дней.

11. 2012 год – очень сильно засушливый (индекс=0,34). За вегетационный период выпадает 94 мм или 61 % от нормы. За этот период средняя температура составляет 23,0 °С, отмечается 75 суховейных дней.

12. 2013 год – недостаточно влажный (индекс=0,82).За вегетационный период выпадает осадков выше среднемноголетней нормы на 61 мм или на 39 %, их количество составляет 216 мм. Температура воздуха за этот период выше среднемноголетней нормы на 1,4 °С, отмечается 63 суховейных дня.

13. 2014 год – очень сильно засушливый (индекс=0,24). За вегетационный период выпадает 63 мм осадков, что ниже среднемноголетней нормы на 92 мм. Температура воздуха составляет 21,0 °С, отмечается 73 суховейных дня.

14. 2015 год – средне засушливый (индекс=0,57). За вегетационный период выпадает 127 мм осадков, что ниже нормы на 28 мм. Средняя температура воздуха составляет 19,9 °С, отмечается 63 суховейных дня.

15. 2016 год – очень сильно засушливый (индекс=0,38). За вегетационный период выпадает 86 мм осадков, что ниже среднемноголетней нормы на 69 мм. Средняя температура воздуха составляет 21,1 °С, отмечается 84 суховейных дня;

16. 2017 год – средне засушливый (индекс=0,50). За вегетационный период выпадает 110 мм осадков, что ниже нормы на 45 мм. За этот период средняя температура составляет 19,5 °С при норме 19,2 °С, отмечается 44 суховейных дня.

По данным полевого осадкомера на делянках опыта за 16 лет наблюдений в среднем выпало осадков: в мае – 33 мм, июне – 37, июле – 26, августе – 25, а за вегетационный период (май-август) – 121 мм.

Схема эксперимента. Исследования проводились с 2002 по 2017 гг. на многолетнем стационарном опыте по севооборотам и бессменным посевам сельскохозяйственных культур, который был заложен в 1988 году бывшим Оренбургским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства. В 2017 году институт переименован в Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук.

Изучены следующие варианты выращивания кукурузы по разным предшественникам:

1) кукуруза на силос по предшествующему посеву твёрдой пшеницы в зернопаропропашном севообороте (контроль);

2) кукуруза на силос по предшествующему посеву мягкой пшеницы в зернопаропропашном севообороте;

3) кукуруза на силос по предшествующему посеву мягкой пшеницы в почвозащитном севообороте;

4) кукуруза на силос по предшествующему посеву мягкой пшеницы в сидеральном севообороте;

5) кукуруза на силос по предшествующему посеву твёрдой пшеницы в беспаровом (двупольном) севообороте;

6) кукуруза на силос при бессменном её возделывании.

Варианты 1-4 располагались в шестипольных севооборотах, вариант 5 – в двупольном севообороте, вариант 6 – по бессменному посеву.

Методом исследования являлся полевой стационарный опыт в четырёхкратной повторности на территории и шестнадцатилетней – во времени. Размер делянки кукурузы на силос в севооборотах составлял 3,6 м×90 м (площадь 324 м^2), в бессменном посеве –7,2 м×90 м (площадь 648 м^2).

Исследование велось на двух фонах питания: на делянках удобренного фона длиной 30 м и неудобренного фона длиной 60 м. Удобренный фон создавался следующим образом: поперёк делянок на ширину 30 м под вспашку вносили комплексные минеральные удобрения дозой $N_{40}P_{40}$. На оставшейся части каждой делянки изучали посев кукурузы без удобрений.

В эксперименте высевались районированные по области гибриды РОСС-144МВ, РОСС-199МВ, РОСС-197АМВ и Катерина СВ с нормой высева соответственно 13,16, 13,68, 14,21 кг и 15,79 кг на 1 га при количественной норме 0,05 млн шт. всхожих семян на гектар.

Для определения влажности почвы и содержания питательных веществ в почве пробы отбирали буром после посева и в период уборки на каждой делянке из трёх скважин. Запасы продуктивной влаги в слое почвы от 0 до 100 см рассчитывали с помощью термостатно-весового метода.

Урожайный учёт зелёной массы кукурузы на силос проводили вручную методом пробных площадок на каждом изучаемом фоне питания. Учётная площадь составляла 42 м^2. Подсчитывалось количество початков на растении и определялась масса снопа.

В эксперименте выполнялись агротехнические приёмы возделывания пропашной культуры в севооборотах и бессменном посеве, принятые для центральной зоны Оренбургской области.

Оборудование и технические средства. Содержание подвижных форм питательных веществ ($N\text{-}NO_3$, P_2O_5, K_2O) в почве определяли в комплексной аналитической лаборатории почвенных групп ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Осадкомер полевой (Польша), почвенные пробоотборники (Россия), электронные весы (Великобритания), сушильный шкаф ШС-80 (Россия). Применяемая сельскохозяйственная техника в опыте: трактор МТЗ-80 (Белоруссия), борона ЗБСС-1 (Россия), культиватор КПС-4 (Россия), сеялка Веста-8 или УПС-8 (Украина), катки ЗККШ-6 (Россия), навесной культиватор-растениепитатель КРН-4,2 (Россия), комбайн СК-5 «Нива» (Россия), навесной агрегат КУН-10 (Россия), сеялка СЗ-3,6 (Украина), плуг ПЛН-4-35 (Россия).

Статистическая обработка. Экспериментальные данные, полученные в результате исследования, математически обрабатывались с помощью метода множественной регрессии с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

По вариантам эксперимента наблюдалось изменение содержания продуктивной влаги в различных слоях почвы и выхода зелёной массы кукурузы в севооборотах и её бессменном посеве.

Наименьшее количество почвенной влаги наблюдалось по предшественнику твёрдой пшенице в беспаровом севообороте, а также в бессменном посеве и составляло: после посева – от 36,3 до 126,9 мм, период уборки – от 12,5 до 50,9 мм. Наибольшее количество продуктивной влаги отмечалось на кукурузе по мягкой пшенице в сидеральном севообороте с содержанием по тем же срокам определения от 43,0 до 146,0 и от 14,0 до 60,4 мм (табл. 1).

Таблица 1. **Запасы продуктивной влаги в почве и выход зелёной массы кукурузы на силос (среднее за 2002-2017 гг.)**

№ варианта, предшественник	Слой почвы, см	Продуктивная влага, мм		Израсходованная влага, мм	Выход зелёной массы, т с 1 га
		после посева	в период уборки		
1. Контроль (твёрдая пшеница)	0-30	42,5	13,8	99,7	11,86
	0-100	145,7	60,1	156,6	11,25
2. Мягкая пшеница	0-30	42,3	13,7	99,6	11,88
	0-100	138,8	57,2	152,6	10,75
3. Мягкая пшеница	0-30	42,6	12,6	101,0	12,73
	0-100	142,4	56,5	156,9	11,43
4. Мягкая пшеница	0-30	43,0	14,0	100,0	12,57
	0-100	146,0	60,4	156,6	12,00
5. Твёрдая пшеница	0-30	36,3	15,4	91,9	11,03
	0-100	126,9	49,6	148,3	11,55
6. Кукуруза на силос	0-30	39,3	12,5	97,8	12,69
	0-100	128,9	50,9	149,0	12,07

Примечание: над чертой – удобренный фон питания, под чертой – неудобренный

При сравнении всех вариантов просматривается минимальное количество израсходованной влаги (с учётом выпавших атмосферных осадков) за вегетацию культуры в пятом варианте опыта, которое составило 91,9 мм в пахотном и 148,3 мм – в метровом слоях почвы. Максимальное количество израсходованной влаги было в третьем варианте исследования – 101,0 и 156,9 мм соответственно в слоях почвы 0-30 и 0-100 см.

По многолетним данным (табл. 1), наиболее урожайными по выходу зелёной массы кукурузы явились её посев по мягкой пшенице в почвозащитном севообороте на удобренном фоне питания (который обеспечил 12,73 т с 1 га силоса) и бессменный посев на неудобренном фоне (12,07 т с 1 га). Низкая урожайность культуры наблюдалась по твёрдой пшенице в беспаровом и по мягкой пшенице в зернопаропропашном севооборотах, которая соответственно составила 11,03 т на удобренном и 10,75 т с 1 га – на неудобренном фонах питания.

По предшественнику мягкой пшенице в почвозащитном севообороте последействия минеральных удобрений сыграли положительную роль, и на посевах кукурузы фиксировалась значительная прибавка урожайности зелёной массы – 1,30 т с 1 га (табл. 1). В посеве по твёрдой пшенице в беспаровом севообороте отмечалось отрицательное действие удобрений на урожайность культуры. Незначительная прибавка урожайности зелёной массы (0,57 т с 1 га) наблюдалась в посеве по мягкой пшенице сидерального севооборота.

Основными факторами, влияющими на изменение выхода кормовых и кормопротеиновых единиц кукурузы на силос в севооборотах и бессменном посеве на двух фонах питания, являются питательные вещества в пахотном слое почвы после посева и в период уборки (табл. 2).

Таблица 2. **Содержание элементов питания в слое почвы 0-30 см и выход кормовых и кормопротеиновых единиц кукурузы на силос (среднее за 2002-2017 гг.)**

№ варианта, предшественник	Содержание питательных веществ, мг/100 г почвы						Выход, т с 1 га	
	после посева			в период уборки			кормовых единиц	кормопротеиновых единиц
	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O		
1. Контроль (твёрдая пшеница)	8,9 / 8,8	5,9 / 4,2	45,2 / 38,8	6,6 / 5,4	5,3 / 4,0	40,4 / 37,3	2,49 / 2,36	1,24 / 1,18
2. Мягкая пшеница	7,4 / 6,3	5,9 / 4,2	45,5 / 38,3	6,9 / 6,2	5,1 / 3,9	39,2 / 34,7	2,49 / 2,26	1,25 / 1,13
3. Мягкая пшеница	7,9 / 7,7	5,7 / 4,4	44,2 / 39,6	6,8 / 5,9	5,4 / 3,8	42,0 / 38,8	2,67 / 2,40	1,34 / 1,20
4. Мягкая пшеница	7,9 / 5,9	6,4 / 4,9	49,9 / 41,8	7,4 / 5,7	5,4 / 4,1	46,0 / 39,6	2,64 / 2,52	1,32 / 1,26
5. Твёрдая пшеница	11,0 / 10,0	5,8 / 4,2	39,0 / 37,4	7,5 / 6,3	5,4 / 4,0	34,8 / 33,5	2,32 / 2,42	1,16 / 1,21
6. Кукуруза на силос	8,1 / 7,7	5,5 / 4,1	34,9 / 33,9	6,7 / 5,8	4,9 / 3,9	31,0 / 30,5	2,66 / 2,53	1,33 / 1,27

Примечание: в числителе – удобренный фон питания, в знаменателе – неудобренный

Как свидетельствуют полученные данные, количество подвижных питательных веществ в почве на всех вариантах исследования немного выше после посева, чем в период уборки. Связано это с использованием этих веществ на рост и развитие кукурузы и формирование её хозяйственно ценной продукции.

В посеве кукурузы на силос по двум срокам определения (после посева и в период уборки) наибольшее содержание нитратного азота отмечалось в беспаровом севообороте (вариант № 5). На удобренном фоне эти показатели соответственно составляли 11,0 и 7,5 мг, на неудобренном – 10,0 и 6,3 мг на 100 г почвы. Очевидно, что здесь процесс нитрификации проходил интенсивней, чем в других вариантах опыта.

Содержание в почве подвижного фосфора было заметно ниже, чем нитратов. Однако наибольшее количество оксида фосфора (по тем же двум срокам определения) наблюдалось в посеве сидерального севооборота (вариант № 4): на удобренном фоне эти показатели соответственно составляли 6,4 и 5,4 мг, на неудобренном – 4,9 и 4,1 мг на 100 г почвы.

Во всех посевах кукурузы на силос отмечалась высокая обеспеченность почвы обменным калием. Его максимальное содержание в почве по срокам учёта отмечено на четвёртом варианте опыта: на удобренном фоне – соответственно 49,9, 46,0 мг, на неудобренном – 41,8 и 39,6 мг на 100 г почвы.

Из всех вариантов опыта наиболее продуктивными являлись посевы в почвозащитном (вариант № 3) и сидеральном (вариант № 4) севооборотах и бессменный посев (вариант № 6) как на удобренном, так и на неудобренном фонах питания. Выход кормовых единиц составил на этих вариантах соответственно 2,67, 2,64, 2,66 т на удобренном и 2,40, 2,52, 2,53 т с 1 га – на неудобренном фонах, а кормопротеиновых единиц – соответственно 1,34, 1,32, 1,33 т и 1,20, 1,26, 1,27 т/га. Одинаковая кормовая продуктивность отмечалась на удобренном фоне в контрольном и во втором вариантах. Низкий выход кормовых и кормопротеиновых единиц с единицы площади посева кукурузы наблюдался в посеве беспарового севооборота на этом же фоне питания соответственно 2,32 и 1,16 т с 1 га.

В связи с тем, что трудно определить зависимость продуктивности кукурузы на силос от каждого в отдельности изучаемого фактора, проводилась математическая обработка данных с использованием аппарата множественных взаимосвязей. Результаты за 16 лет наблюдений по вариантам опыта статистически обрабатывались с помощью системного анализа множественной регрессии, при котором находили зависимость урожайности культуры от количества выпавших осадков на удобренном фоне питания (табл. 3).

Таблица 3. **Результаты регрессионного анализа зависимости урожайности кукурузы на силос на удобренном фоне питания от количества выпавших осадков в июле за 16 лет наблюдений**

№ варианта	Показатели множественной регрессии						Доля влияния осадков, %
	коэффициент			критерий Стьюдента (13)	стандартная ошибка	р-уровень значимости	
	β-бета	b-регрессии	δ-дельта				
1 (контроль)	0,519	0,129	1,000	2,273	0,057	0,039	26,96
2	0,822	0,150	0,637	4,815	0,031	0,000	43,70
3	0,665	0,168	0,654	2,924	0,057	0,012	28,97
4	0,741	0,163	0,696	3,551	0,046	0,003	36,98
6	0,501	0,110	1,000	2,168	0,051	0,048	25,13

Данные таблицы 3 показывают, что на изменение урожайности кукурузы на силос во втором варианте опыта главное влияние оказывал фактор «выпавшие осадки июля», доля влияния которого составляла 43,70 % при положительных значениях коэффициентов бета, регрессии и критерия Стьюдента со степенью свободы 13 при Р-уровне значимости 0,000 ($P<0,05$).

Изменение урожайности культуры в первом, третьем, четвёртом и шестом вариантах опыта на 26,96, 28,97, 36,98 и 25,13 % зависело от фактора «количества осадков июля» при положительных показателях множественной регрессии. В пятом варианте не наблюдалось зависимости урожайности от количества выпавших осадков в июле.

В результате обработки данных по всем вариантам исследования была определена зависимость урожайности кукурузы на силос по удобренному и неудобренному фону питания от количества продуктивной влаги в период уборки (табл. 4).

Таблица 4. **Результаты регрессионного анализа зависимости урожайности кукурузы на силос по двум фонам питания от количества продуктивной влаги в почве в период уборки за 16 лет наблюдений**

№ варианта	Слой почвы, см	Показатели множественной регрессии						Доля влияния влаги, %
		коэффициент			критерий Стьюдента (14)	стандартная ошибка	р-уровень значимости	
		β-бета	b-регрессии	δ-дельта				
Удобренный фон питания								
1 (контроль)	0-100	0,501	0,131	1,000	2,165	0,061	0,048	25,09
2	0-30	0,526	0,289	1,000	2,314	0,125	0,036	27,67
4	0-100	0,545	0,128	1,000	2,433	0,052	0,029	29,72
5	0-30	0,581	0,265	1,000	2,669	0,099	0,018	33,72
	0-100	0,525	0,082	1,000	2,309	0,035	0,037	27,58
Неудобренный фон питания								
5	0-30	2,151	0,783	1,000	2,651	0,295	0,020	36,09
6	0-30	1,695	0,667	1,000	2,705	0,247	0,018	37,14

Примечание: в остальных вариантах опыта не обнаружена зависимость урожайности кукурузы от количества продуктивной влаги в почве в уборку

Данные таблицы 4 показывают, что наибольшее влияние на урожайность кукурузы количества продуктивной влаги в пахотном и метровом слое почвы наблюдалось на удобренном фоне питания в пятом варианте опыта: доля влияния факторов составила соответственно 33,72 и 27,58 %. Изменение урожайности культуры на этом же фоне в четвёртом варианте опыта на 29,72 % зависело от количества продуктивной влаги в метровом слое почвы.

Изменение урожайности культуры на неудобренном фоне питания в пятом и шестом вариантах опыта на 36,09 и 37,14 % зависело от количества почвенной влаги в пахотном слое почвы при положительных показателях множественной регрессии.

В результате математической обработки данных по выходу кормовых и кормопротеиновых единиц среди изучаемых вариантов была установлена зависимость кормовой продуктивности кукурузы на силос на удобренном фоне питания от содержания подвижного фосфора в почве (табл. 5).

Из таблицы 5 видно, что за 16-летний период эксперимента в контрольном варианте изменение выхода кормовых и кормопротеиновых единиц в урожае кукурузы на силос зависело от содержания фосфора в почве после посева на 39,24 %. В пятом варианте отмечено влияние на изменение выхода кормовых и кормопротеиновых единиц содержания в почве фосфора в период уборки на 18,85 %. Изменение выхода питательных единиц в третьем варианте опыта на 16,16 % зависело от содержания в почве в период уборки подвижного фосфора при положительных значениях показателей регрессии.

Во втором, в четвёртом и шестом варианте не отмечена зависимость изменения выхода кормовых и кормопротеиновых единиц в урожае кукурузы на силос от содержания в почве подвижных питательных веществ.

Таблица 5. **Результаты регрессионного анализа зависимости выхода кормовых и кормопротеиновых единиц кукурузы на силос от содержания подвижного фосфора на удобренном фоне питания за 16 лет наблюдений**

№ варианта	Срок определения	Показатели множественной регрессии						Доля влияния фосфора, %
		коэффициент			критерий Стьюдента (13)	стандартная ошибка	р-уровень значимости	
		β-бета	b-регрессии	δ-дельта				
1 (контроль)	после посева	0,745	0,578	0,789	3,435	0,168	0,004	39,24
3	в период уборки	0,656	0,513	0,425	2,433	0,211	0,030	16,16
5	в период уборки	0,537	0,410	0,417	2,488	0,165	0,027	18,85

По всем вариантам опыта наблюдалось незначительное действие нитратного азота и обменного калия на изменение продуктивности культуры и не была установлена положительная зависимость. Этот факт объясняется тем, что на опытном участке происходило избыточное накопление нитратов и обменного калия в почве, что приводило к дисбалансу питательных веществ, на который культура реагировала отрицательно, снижая урожайность.

Как показали математические расчёты, количество выпавших осадков за период вегетации культуры и содержание элементов питания в почве на неудобренном фоне питания не являлись основными факторами влияния на продуктивность кукурузы.

Внесение минеральных удобрений в изучаемые делянки оказывало влияние на изменение продуктивности посевов кукурузы в севооборотах и бессменном посеве опосредованно, за счёт выпавших осадков июля, почвенной и израсходованной влаги в метровом слое почвы и содержания подвижного фосфора в период уборки. При этом изменение урожайности кукурузы на силос на удобренном фоне питания зависело в основном от количества выпавших осадков июля.

Для иллюстрации этого факта на рисунке приведён график сопряжённости урожайности кукурузы на силос после мягкой пшеницы в зернопаропропашном севообороте (вариант 2) и количества атмосферных осадков июля. График представляет прямо пропорциональную зависимость: чем больше количество выпавших осадков июля, тем выше урожайность культуры в севообороте, и наоборот. Это явление происходит во второй половине лета (в фазе вымётывания метёлки) за счёт наибольшего усвоения необходимой влаги для полного роста и развития растений.

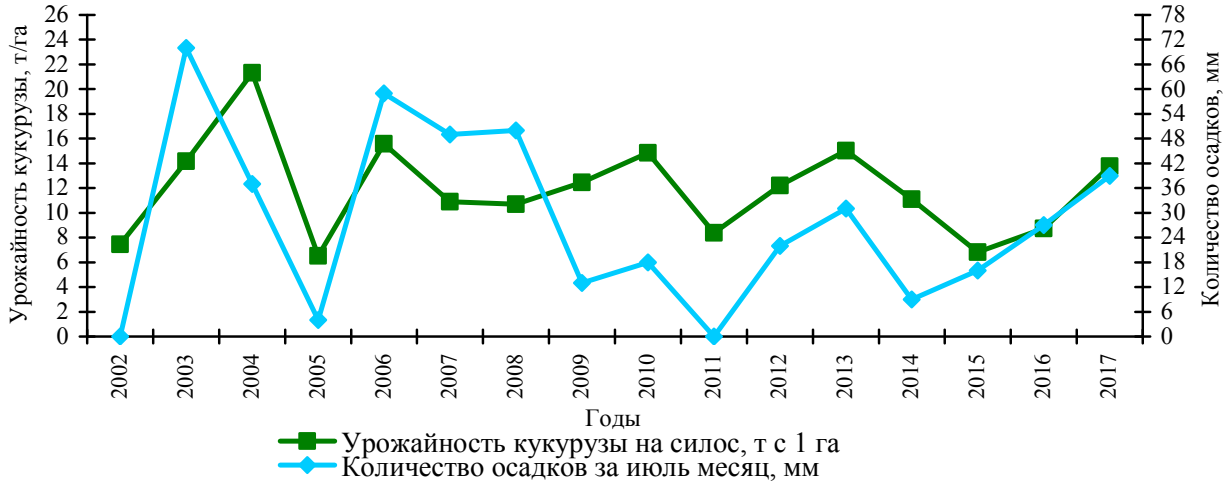

Рис. 1 – Зависимость урожайности кукурузы на силос по удобренному фону питания от количества выпавших осадков июля за 16 лет наблюдений

Обсуждение полученных результатов.

Сравнительной оценкой продуктивности кукурузы на силос в различных шестипольных, двупольных севооборотах и бессменном посеве на базе длительного стационарного опыта в степной зоне Оренбургского Предуралья занимались многие исследователи: Н.А. Максютов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин и другие [9-12]. Изучалась продуктивность кукурузы на силос в зависимости от технологии возделывания на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья Н.Р. Батталовой [13].

Приёмами повышения продуктивности посевов занимался Неверов А.А [14], который на основе многолетнего сортоиспытания с помощью статистического анализа установил формы связи, их достоверность и существенность между урожайностью зерна и биомассы кукурузы и детерминирующими экологическими факторами. Выявленные математические зависимости имеют большое значение для долгосрочного прогнозирования уровня продуктивности посевов кукурузы [15, 16].

В результате проведённого нами многолетнего исследования установлены основные зависимости продуктивности кукурузы на силос на удобренном фоне питания. На втором варианте (посев в зернопаропропашном севообороте) выявлено максимальное влияние погодного фактора (осадки в июле) на урожайность кукурузы на силос, что доказывают показатели множественной регрессии изучаемых вариантов:

а) показаны положительные коэффициенты бета, регрессии и дельта, которые равны 0,822, 0,150, и 0,637;

б) рассчитан критерий Стьюдента со степенью свободы 13, равный 4,815 по сравнению со свободным членом – 9,944;

в) определена стандартная ошибка регрессионного уравнения по осадкам, выпавшим в июле. Она составляет 0,031 по сравнению со свободным членом, равным 1,218;

г) установлен оптимальный Р-уровень значимости 0,000 при нормативном значении ($P<0,05$), который приводит к лучшей связи между признаками;

д) найдена наибольшая доля влияния осадков на урожайность культуры, которая составляет 43,70 %.

Увеличение продуктивности кукурузы на силос на удобренном фоне питания зависело от количества выпавших осадков июля, продуктивной влаги в метровом слое почвы и содержания подвижного P_2O_5 в период уборки.

В третьем, четвёртом и шестом вариантах опыта на повышение урожайности культуры основное влияние оказывало количество выпавших осадков июля. В данных вариантах опыта доля их влияния соответственно составила 28,97, 36,98 и 25,13 %. Это наблюдение объясняется тем, что минеральные удобрения при определённой влажности почвы положительно влияют на продуктивность кукурузы в этих севооборотах. Часть атмосферной влаги затрачивается на растворение удобрений и перевод их в доступную для растений форму, а другая часть влаги способна испаряться или впитываться в нижние слои почвы.

На четвёртом варианте исследования (посев в сидеральном севообороте) установлена зависимость урожайности от количества продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см в период уборки с долей влияния 29,72 %. Этот факт доказывает результаты проведённых ранее исследований по влиянию почвенной влаги на урожайность сельскохозяйственных культур в сидеральных севооборотах, где построена модель зависимости в этом же периоде на удобренном фоне питания [17].

В третьем варианте опыта наблюдалось увеличение выхода кормовых и кормопротеиновых единиц кукурузы на силос от содержания подвижного фосфора в почве в период уборки. Доля влияния данного фактора составила 16,16 %.

Для получения высокой продуктивности кукурузы на силос в хозяйствах различных форм собственности рекомендуется применять посевы после мягкой пшеницы в почвозащитном и сидеральном севооборотах с применением фосфорных удобрений, а также возделывать её бессменно вблизи животноводческих ферм.

Выводы.

1. Наблюдения за шестнадцатилетний период показывают, что атмосферные осадки июля, продуктивная и израсходованная влага в метровом слое почвы и содержание оксида фосфора приводили к увеличению продуктивности кукурузы на силос на удобренном фоне питания в третьем, четвёртом и шестом вариантах опыта. Влияние данных факторов на неудобренном фоне не установлено.

2. Незначительное влияние выпавших осадков за вегетационный период и продуктивной влаги в различных слоях почвы на увеличение выхода зелёной массы кукурузы доказано с помощью математической обработки методом множественной регрессии на двух фонах питания в контрольном, втором и пятом вариантах опыта.

3. В первом, третьем и пятом вариантах исследования установлена значительная зависимость выхода кормовых и кормопротеиновых единиц на удобренных посевах кукурузы на силос от содержания подвижного фосфора после посева и в период уборки.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Максютов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург, 2008. 230 с.

2. Дубровина О.В. Влияние интенсивных факторов земледелия на питательный режим почвы, урожайность и качество зерна кукурузы // Современные технологии в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Оренбургского НИИ сельского хозяйства. Оренбург, 2007. С. 171-176.

3. Неверов А.А. Критерии адаптированности гибридов кукурузы для выращивания на силос в степной зоне Оренбургского Предуралья // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. тр. Оренбург, 2010. С. 79-85.

4. Результаты экологического испытания гибридов кукурузы на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Н.И. Воскобулова, А.А. Неверов, А.П. Будилов, В.П. Захаров, В.И. Вишнёв // Современные технологии в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Оренбургского НИИ сельского хозяйства. Оренбург, 2007. С. 84-87.

5. Воскобулова Н.И., Мушинский А.А. Пути увеличения производства и улучшения качества кормов в Оренбургской области // Современные технологии в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Оренбургского НИИ сельского хозяйства. Оренбург, 2007. С. 162-171.

6. Неверов А.А. Связь урожайности зерна и биомассы кукурузы с некоторыми экологическими факторами в условиях степи Оренбургского Предуралья // Современные технологии в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию Оренбургского НИИ сельского хозяйства. Оренбург, 2007. С. 158-162.

7. Неверов А.А. Особенности использования посевами кукурузы продуктивной влаги из глубоких горизонтов почвы в условиях степной зоны Южного Урала // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. тр. Оренбург, 2010. С. 267-270.

8. Володарский Н.И. Биологические основы возделывания кукурузы. М.: Изд-во «Колос», 1975. 255 с.

9. Сравнительная урожайность пропашных культур на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, В.Н. Жижин // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2015. Т. 54. № 3. С. 47-52.

10. Сравнительная оценка продуктивности кормовых культур на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 101-104.

11. Эффективность бессменных посевов кукурузы и сорго на силос на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3(86). С. 108-114.

12. Урожайность кукурузы и сорго на силос в зависимости от предшественника на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 1(79). С. 123-125.

13. Батталова Н.Р. Продуктивность кукурузы на силос в зависимости от технологии возделывания на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2000. 22 с.

14. Неверов А.А. Приёмы повышения продуктивности посевов кукурузы при выращивании на силос в степной зоне Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2004. 26 с.

15. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 313 с.

16. Тихонов В.Е. Засуха в степной зоне Урала. Оренбург, 2002. 250 с.

17. Влияние продуктивной влаги на урожайность сельскохозяйственных культур в засушливых условиях Оренбургской области / Д.В. Митрофанов, Н.А. Максютов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Н.А. Зенкова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 225-234.

Митрофанов Дмитрий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-987-855-98-95, e-mail: dvm.80@mail.ru

Поступила в редакцию 27 августа 2018 года

UDC 631.524.84:633.15:631.445.41 (470.56)

Mitrofanov Dmitry Vladimirovich

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: dvm.80@mail.ru

Effect of atmospheric precipitation, productive moisture and mobile nutrients on corn productivity in various crop rotations and monocrop on chernozems of southern Orenburg piedmont of the western Urals

Summary. The article presents results of a sixteen-year study of corn productivity on silage in crop rotations and monocrop depending on the amount of precipitation, content of productive moisture and mobile nutrients in chernozems of southern Orenburg piedmont of the western Urals.

It is the first studies of the effect of weather factor, soil moisture and nutrient elements on productivity of agricultural crops in grain-fallow-row crop rotation, soil-protective, green-manured, permanent crop rotations and monocrop based on a long-term in-house experience obtained in 1988.

Comparative evaluation of experiment variants for green mass yield, feed and feed protein units of corn in the studied variants is given in connection with the amount of productive and consumed moisture in the soil taking into account precipitations in the 0-30, 0-100 cm layers, as well as nutrients content in arable soil layer. By means of system analysis, dependence of the crop yield on amount of precipitation in July, soil moisture during harvesting period in 0-30 and 0-100 cm layers is established. There are provided results of mathematical data processing on yield of feed and feed protein units of corn in crop rotations and monocrop depending on the content of phosphorus oxides after sowing and during harvesting period. Tables reflect multiple regression indicators: indices – beta, regression and delta, Student's test with degree of freedom, standard regression error, significance level and influence rate of studied factor on productivity of corn for silage.

Main results of the long-term study are determination of dependence of yield and performance of corn for silage nutrient units on the amount of precipitation in July, reserves of productive moisture during harvesting period and content of P_2O_5 after sowing in the arable soil layer.

Key words: corn for silage, corn yield, precipitation, moisture, nutrients, feed and feed protein units, crop rotation, monocrop, fertilizer, multiple regression.

УДК 631.811.1:633.11(470.56)

Накопление и использование нитратного азота озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей в весенне-летний период на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья

В.Ю. Скороходов

ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В статье представлены результаты исследования длительного стационарного опыта по содержанию и расходу нитратного азота в почве под посевами озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы в зависимости от метеоусловий и фона питания растений.

В качестве предшественников яровой твёрдой пшеницы в последействии различных видов пара и при бессменном возделывании, выступают три варианта паров (чёрный, почвозащитный, сидеральный), а также бессменное её возделывание.

Определение содержания нитратного азота в почве рассматривается за вегетационный период (весенне-летний), когда в среднем за 18 лет исследований в посевах озимой ржи происходит увеличение содержания нитратного азота в почве. Самое низкое содержание и отрицательная динамика нитратного азота в почве отмечается при бессменном возделывании яровой твёрдой пшеницы.

Установлена зависимость накопления нитратного азота в почве в посевах яровой твёрдой пшеницы без применения удобрений от осадков июня (влияние 22 %).

Ключевые слова: зерновые культуры, нитратный азот, предшественник, удобрение, севооборот, бессменный посев, множественная регрессия, почва, вегетационный период, гидротермический коэффициент.

Введение.

Для получения максимальной урожайности озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы высокого качества необходимо удовлетворять потребности в пище в сочетании обеспечения всеми другими факторами жизни.

В этой связи накопление нитратного азота в почве и использование его сельскохозяйственными культурами, а в нашем случае – озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей, является одним из критериев повышения урожайности и качества зерна.

В производственных условиях В.М. Назарова, В.Ф. Зубенко, В.П. Шабаева и другие считают нитраты основным источником азотной пищи растений [1-3].

Накопление нитратного азота зависит от многих факторов, в том числе и от типа почв. Высокую нитрификационную способность чернозёмных почв отмечают Волков Е.Д., Волкова Г.А., Кияницкая А.М., Краскикова З.Л. [4, 5].

Наряду с накоплением нитратного азота в почве необходимо отметить и его расход. Большое количество подвижных форм нитратного азота вымывается осенне-зимними и весенними осадками в глубьлежащие слои почвы и становятся недоступными для растений [6]. Данное положение касается в основном культур ярового сева (яровая твёрдая пшеница). Озимая рожь, напротив, активно использует нитратный азот как с осени в период кущения, так и весной в период её отрастания.

Многие авторы отмечают замедление процесса нитрификации при удалении культур севооборота от парового поля [7-9]. В нашем случае озимая рожь и яровая твёрдая пшеница являются первыми культурами в севообороте после пара, когда интенсивно идёт процесс нитрификации.

В результате затухания биологических процессов по полям севооборота Гридасов И.И. и Андреева В.М. рекомендуют для выполнения азотного баланса после непаровых предшественников, обязательно вносить азотные удобрения [10].

По мнению Василенко В.Н. и других учёных, изучение баланса питательных веществ позволяет рационально разрабатывать системы удобрения и размещать культуры в севооборотах, обеспечивающих получение высоких урожаев при сохранении почвенного плодородия [11, 12].

В нашем опыте изучение баланса питательных веществ, а в частности накопление и расход нитратного азота в почве под озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей позволит разработать системы удобрения, повысить продуктивность и качество зерна этих культур.

Цель исследования.

Изучить влияние предшественников и удобрений на накопление нитратного азота в почве под озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Озимая рожь, яровая твёрдая пшеница, почва.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Территория землепользования расположена в 20 км восточнее города Оренбурга, на правом берегу реки Урал и входит в подчинение администрации Оренбургского района.

Почвы – чернозём южный карбонатный среднемощный тяжёлого механического состава. Уклон опытного участка пологий и не превышает 0,5-1,1°. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) составляет 3,2-4,0 %, общего азота – 0,20-0,30 %, реакция почвенного раствора (pH) – нейтральная и слабощелочная (7,0-8,0).

Количество выпадающих среднемноголетних осадков составляет 367 мм. С апреля по октябрь выпадает 250 мм. Засушливость вегетационного периода и низкая влагообеспеченность растений характеризуется гидротермическим коэффициентом, который составляет 0,70.

Мощность снежного покрова достигает в марте 45-50 см. Абсолютный минимум температур колеблется от -43 до -49 °С, при этом глубина промерзания почвы составляет 65-83 см. Самый жаркий месяц – июль, когда среднесуточная температура воздуха достигает +21,9 °С, а максимальная – +39 °С [13, 14].

Схема эксперимента. Исследования по накоплению нитратного азота озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей проводились в длительном стационаре (2000-2017 гг.) отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» в Центральном районе Оренбургской области.

Схема опыта включает 5 вариантов:

I. Озимая рожь по чёрному кулисному пару.

II. Яровая твёрдая пшеница по чёрному кулисному пару.

III. Яровая твёрдая пшеница по почвозащитному пару.

IV. Яровая твёрдая пшеница по сидеральному пару.

V. Бессменный посев яровой твёрдой пшеницы (монокультура).

Размер делянок первого порядка составляет 14,4×30 м (удобренный фон) и 14,4×60 (неудобренный фон), второго порядка (бессменный посев яровой твёрдой пшеницы) – 7,2×30 м (удобренный фон) и 7,2×60 м (неудобренный фон).

Под непаровые предшественники вносили $N_{40}P_{40}$. В качестве подкормки озимой ржи применяли аммиачную селитру в норме 30 кг на 1 га.

Содержание нитратов в почве в слое 0-30 см определяли ионометрическим экспресс-методом.

Оборудование и технические средства. Посев озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы проводили сеялкой СЗП-3,6 (ОАО «НПО СИБ-СЕЛЬМАШ», Россия). Уборку зерновых проводили комбайном САМПО-500 (Сампо-Розенлев, Финляндия). Предпосевная культивация выполнялась культиватором КПС-4 (ОАО «КОРММАШ», Россия). Для отбора почвенных образцов использовались ручные почвенные пробоотборники (буры) (Россия). Агротехника возделывания зерновых культур – принятая для Центральной зоны Оренбургской области.

Статистическая обработка. Статистическую обработку данных полевого опыта проводили с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc», США) с помощью метода множественной регрессии.

Результаты исследований.

В течение трёх ротаций севооборотов (за 18 лет исследований) в условиях многолетнего стационара проводилось сравнительное изучение накопления нитратного азота в почве, под посевами озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы (в том числе возделываемой бессменно). На длительные исследования оказывали влияние различные погодно-климатические условия.

В 2000 году выпало максимальное количество осадков за вегетационный период – 310 мм, что составляет 200 % от среднемноголетних показателей (табл. 1). При температуре воздуха +18,6 °С, которая ниже на 0,5 °С среднемноголетней, ГТК составил 1,51. Данный гидротермический коэффициент характеризует 2000 год как благоприятный для роста, развития культур. В 2003 году выпадение осадков превысило на 48 %, а в 2013 – на 39 % среднемноголетние показатели. Вегетационный период 2003 года был прохладней на 0,7 °С и ГТК составил 1,09. Температура воздуха за вегетационный период в 2013 году увеличилась на 1,5 °С, ГТК – 0,82.

Таблица 1. **Метеоусловия в среднем за вегетационный период по годам исследования (данные Оренбургского гидрометеоцентра)**

Годы исследований	Показатели				
	осадки		температура воздуха, °С		гидротермический коэффициент (ГТК)
	мм	% отклонения от средне-многолетней	за период	отклонение от средне-многолетней	
Среднемноголетние показатели	155		19,1		
2000	310	+100	18,6	-0,5	1,51
2001	85	-45	19,4	+0,3	0,38
2002	86	-45	17,1	-2,0	0,46
2003	229	+48	18,4	-0,7	1,09
2004	129	-17	19,9	+0,8	0,51
2005	114	-26	20,2	+1,1	0,41
2006	149	-4	21,0	+1,9	0,63
2007	177	+14	20,2	+1,1	0,75
2008	165	+6	20,2	+1,1	0,70
2009	130	-16	19,9	+0,8	0,56
2010	47	-70	23,6	+4,5	0,15
2011	138	-11	20,3	+1,2	0,59
2012	94	-39	23,0	+3,9	0,34
2013	216	+39	20,6	+1,5	0,82
2014	63	-59	21,0	+1,9	0,24
2015	127	-18	19,9	+0,8	0,57
2016	86	-44	21,0	+1,9	0,33
2017	126	-18	19,5	+0,4	0,46

За 13 из 18-ти лет исследований осадков выпадало меньше среднемноголетних показателей.

Одновременно со снижением количества выпавших осадков идёт увеличение температуры воздуха. Исходя из наших данных, она увеличилась в среднем за вегетационный период в течение 18 лет на 1,1 °С и составила +20,2 °С. Такие изменения в погодных условиях создают стрессовую ситуацию для роста и развития растений, а также для жизнедеятельности почвенных микроорганизмов и влияют на накопление и расход элементов питания в почве (в частности, на нитратный азот).

Под действием почвенных микроорганизмов происходит процесс нитрификации, конечным продуктом которого являются нитраты, и интенсивность зависит от теплового и водно-воздушного режимов, а также от произрастающей культуры [15, 16].

В статье мы рассматриваем накопление и использование нитратного азота озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей в весенне-летний период. В качестве предшественников яровой твёрдой пшеницы выступают три варианта паров (чёрный, почвозащитный и сидеральный), а также бессменное её возделывание.

В период от посева ранних яровых к уборке (табл. 2) в посеве озимой ржи за 18 лет исследований происходит увеличение содержания нитратного азота. Так, на фоне без применения удобрений нитратный азот увеличивается 11 из 18 лет, с применением минеральных удобрений – 12 лет. С 2012 года количество нитратов на озимой ржи к уборке увеличивается несколько лет подряд, что резко меняет соотношение между азотом и другими элементами питания. В 2015 году в посевах озимой ржи содержание нитратов на удобренном фоне увеличилось на 26 мг, на неудобренном – на 31 мг на 100 г сухой почвы. В засушливые годы, такие как 2001 (ГТК=0,38), 2004 (ГТК=0,51), 2005 (ГТК=0,41), 2006 (ГТК=0,63) идёт снижение количества нитратного азота за весенне-летний период на неудобренном и удобренном фоне. В 2010 году отмечается положительная динамика нитратного азота по всем вариантам опыта. Повышенное содержание нитратного азота в почве к моменту уборки сельскохозяйственных культур в 2010 году объясняется не только его накоплением, но и сохранением в результате не использования растениями.

Таблица 2. **Накопление (расход) нитратного азота от периода посева ранних яровых до уборки озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы в зависимости от предшественника и фона питания, по годам исследований (мг на 100 г сухой почвы)**

Годы исследований	Варианты опыта									
	озимая рожь по чёрному кулисному пару		яровая твёрдая пшеница							
			по чёрному кулисному пару		по почвозащитному пару		по сидеральному пару		бессменный посев	
	удобр.	неудобр.	удобр.	неудобр.	удобр.	неудобр.	удобр.	неудобр.	удобр.	неудобр.
2000	+2,1	+3,9	-0,5	-0,2	-2,6	+0,6	-1,1	+0,4	-0,9	0,0
2001	-0,7	-2,9	-3,4	-5,3	-4,4	-5,6	-5,7	-4,6	-9,1	-6,4
2002	-2,7	+6,4	0,0	+5,3	-1,7	-1,0	-1,1	-1,1	-1,0	-1,1
2003	+3,6	+0,9	+1,1	-1,3	-1,0	-1,3	-1,5	-2,7	-1,3	-2,9
2004	-6,8	-0,4	-6,1	-3,6	-2,8	-3,4	-8,7	-2,8	-4,0	-3,1
2005	-2,5	-4,2	-4,8	-2,1	-4,4	-2,5	-8,7	-1,8	-6,6	-8,0
2006	-0,8	-1,1	-0,2	+0,2	-1,5	-4,6	-1,4	-4,5	-0,1	-0,3
2007	+3,1	0,0	-2,1	-0,9	-2,1	-1,8	-2,1	-1,6	-2,3	-2,0
2008	+1,8	+4,2	+0,5	0,0	+1,1	-1,1	-0,9	-1,0	-2,3	-1,1
2009	-0,2	+1,3	-0,2	-1,4	+5,6	-0,5	+4,2	-0,1	-3,2	-1,8
2010	+7,3	+4,6	+8,0	+7,5	+4,4	+7,8	+5,5	+7,2	+6,9	+6,0
2011	+1,9	-2,9	+0,1	+0,2	+1,1	-0,7	-0,7	-0,7	-1,7	+2,3
2012	+23,9	+16,0	-0,7	-3,1	+5,3	-2,7	-3,3	-6,7	-3,8	-2,3
2013	+20,7	+22,1	-6,3	-3,4	-3,4	-3,4	-10,3	-9,7	-8,1	-7,7
2014	+21,7	+10,2	+0,4	-1,5	-2,6	-3,0	+0,4	-3,3	-3,1	-3,1
2015	+26,7	+30,9	+4,0	+6,6	+7,1	+5,6	+8,5	-3,0	-4,2	-2,3
2016	+10,8	+9,1	-12,2	+7,8	+4,1	+7,6	+1,1	-0,4	+2,0	+3,4
2017	+14,0	+25,7	-28,6	-2,0	-12,6	-1,1	-4,3	-5,0	-3,3	+0,2

Примечание: удобр. – удобренный фон, неудобр. – неудобренный

Самое низкое содержание нитратного азота – при бессменном возделывании яровой твёрдой пшеницы. Во все годы исследований (кроме 2010 и 2016 гг.) отмечается отрицательная динамика нитратного азота в почве при бессменном посеве яровой твёрдой пшеницы.

В варианте с яровой твёрдой пшеницей по почвозащитному пару положительная динамика нитратного азота на удобренном фоне отмечается 6 из 18 лет, на неудобренном – 4 года.

Сидеральный пар в качестве предшественника оказывает положительное влияние на накопление нитратного азота в почве под посевами яровой твёрдой пшеницы на удобренном фоне 5 из 18 лет. Отрицательная динамика нитратного азота отмечается на неудобренном фоне яровой твёрдой пшеницы по сидеральному пару (исключение составляет очень засушливый 2010 год, причины описаны выше).

В статье мы рассматриваем накопление и расход нитратного азота в почве озимой рожью, не от её посева до уборки, а во второй вегетационный весенне-летний период. Как видно из таблицы 3, в среднем за 18 лет исследований в посевах озимой ржи после перезимовки, к моменту посева ранних яровых культур отмечается самое низкое содержание нитратного азота в почве, среди всех вариантов опыта на удобренном фоне оно составляет 4,6 мг, на неудобренном – 3,9 мг на 100 г почвы. Такое низкое содержание нитратного азота в посевах озимой ржи весной объясняется их ранней вегетацией и потребление растениями.

Таблица 3. **Содержание нитратного азота в пахотном (0-30 см) слое почвы в зависимости от культуры и фона питания (в среднем за 2000-2017 гг.), мг на 100 г сухой почвы**

Культура	Фон питания					
	неудобренный			удобренный		
	период		«+» или «-»	период		«+» или «-»
	посев	уборка		посев	уборка	
Озимая рожь по чёрному кулисному пару	3,9	10,7	+6,8	4,6	11,5	+6,9
Яровая твёрдая пшеница по чёрному кулисному пару	5,7	5,8	-0,1	9,1	6,2	-2,8
Яровая твёрдая пшеница по почвозащитному пару	5,7	5,0	-0,7	6,6	6,2	-0,4
Яровая твёрдая пшеница по сидеральному пару	7,3	5,0	-2,3	7,3	5,7	-1,6
Яровая твёрдая пшеница (бессменно)	5,7	4,0	-1,7	6,3	3,8	-2,5

Примечание: период посева и уборки ранних яровых культур

После уборки озимой ржи содержание нитратного азота в почве на удобренном фоне составляет 11,5 мг, на неудобренном – 10,7 мг на 100 г почвы.

Данные таблицы 3 по содержанию нитратного азота в пахотном (0-30 см) слое наглядно подтверждаются рисунками 1 и 2. На рисунке 1 изображено количественное содержание нитратного азота в посевах озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы в период посева ранних яровых культур. Из рисунка видно, что самое низкое содержание нитратного азота – в почве весной в посевах озимой ржи как на удобренном, так и неудобренном фонах.

В среднем за 18 лет исследований наибольшее количество нитратного азота весной содержится в почве к посеву яровой твёрдой пшеницы по чёрному кулисному пару на удобренном фоне. В варианте с возделыванием яровой твёрдой пшеницы по сидеральному пару к моменту её посева отмечается высокое содержание нитратного азота как на удобренном, так и не удобренном фонах. Внесение минеральных удобрений в варианте с сидеральным паром не увеличивает количественное содержание нитратного азота по сравнению с неудобренным фоном. В данном варианте на высокое содержание нитратного азота в почве оказывает возделывание сидератов с их запашкой (нитратный азот увеличивается за счёт их разложения).

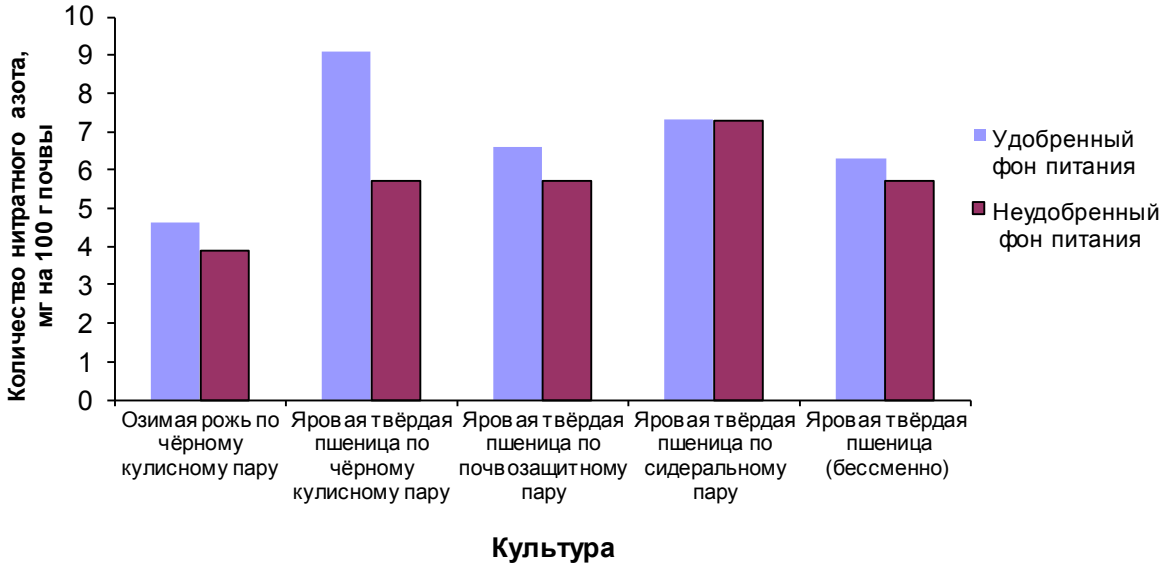

Рис. 1 – Количество нитратного азота в период посева ранних яровых, в посевах озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы в зависимости от фона питания (в среднем за 2000-2017 гг.)

На рисунке 2 при возделывании яровой твёрдой пшеницы по различным видам пара (чёрному, почвозащитному, сидеральному) к моменту уборки ранних яровых отмечается закономерность, которая сводится к тому, что в среднем за 18 лет исследований на удобренном фоне содержание нитратного азота выше. Количественное содержание нитратного азота по паровым предшественникам к моменту уборки зерновых примерно одинаково.

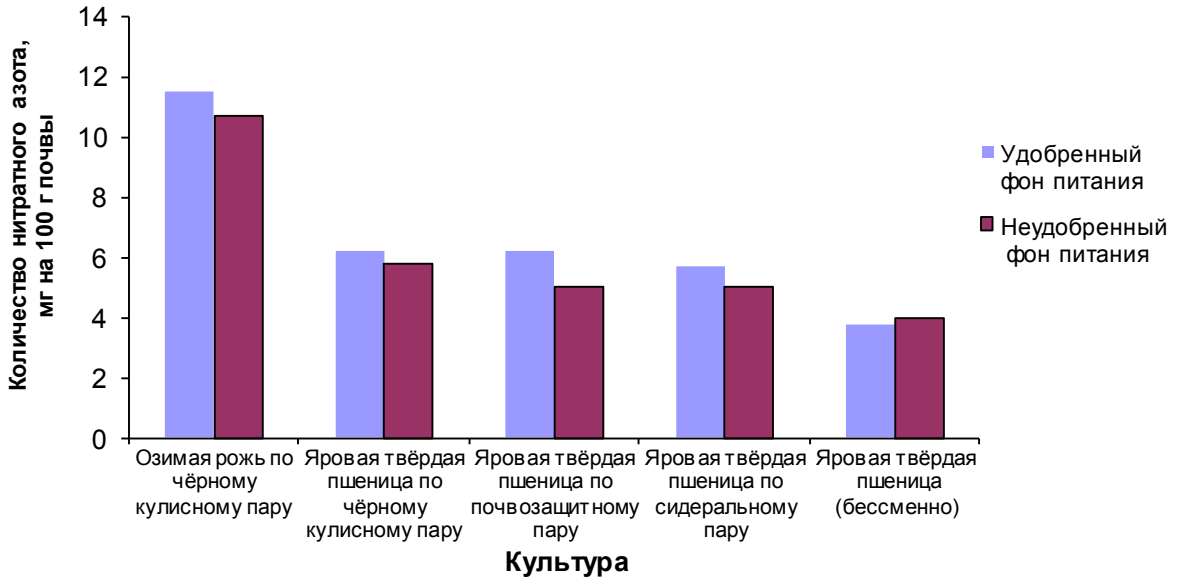

Рис. 2 – Количество нитратного азота в период уборки ранних яровых, в посевах озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы в зависимости от фона питания (в среднем за 2000-2017 гг.)

В варианте с озимой рожью к уборке отмечается увеличение нитратного азота как на удобренном, так и неудобренном фоне. Самое низкое содержание нитратного азота в среднем за 18 лет исследований к уборке – в бессменном посеве яровой твёрдой пшеницы.

В результате математической обработки методом множественной регрессии установлено влияние осадков июня на накопление нитратного азота в почве, в посевах яровой твёрдой пшеницы и на положительную динамику нитратного азота, которое составило 22 % (табл. 4).

Таблица 4. **Влияние осадков июня на содержание нитратного азота в посевах яровой твёрдой пшеницы на удобренном фоне, в период уборки**

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Коэффициент корреляции
Свободный член	8,3917	1,48	0,000	-
Осадки июня	-0,0641	0,03	0,049	-0,46
Для полной регрессии: R-квадрат=0,2193; стандартная ошибка оценки=3,6; Fфакт=4,4; уровень значимости=0,049				

Обсуждение полученных результатов.

В нашем опыте самое высокое содержание нитратного азота, которое составляет 9,1 мг на 100 г почвы, в среднем за 18 лет исследований отмечается в период посева яровой твёрдой пшеницы по чёрному кулисному пару на удобренном фоне. Аналогичные данные получены на полях ГСАС «Хакасская» в степной зоне Хакассии в 2004-2006 годах О.И. Акимовой, которая отмечает содержание нитратного азота 3,5-9,1 мг/кг на 100 г почвы [17].

При применении азотных удобрений в виде подкормки с дозой 30 кг на 1 га (аммиачная селитра) после уборки озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы на удобренном фоне в почве отмечается повышенное содержание нитратного азота 11,5 мг и 6,2 мг соответственно, превышение составило от 0,4 до 1,2 мг на 100 г сухой почвы (107-132 %).

По данным Н.А. Максютова и других учёных, на чернозёме южном внесение 30 кг на 1 га аммиачной селитры увеличивает содержание нитратного азота в почве на 1,4 мг на 100 г сухой почвы и повышает урожайность озимой ржи на 4,2 ц с 1 га [18].

В опытах В.Н. Олейнова в Ростовской области на чернозёме южном внесение 30 кг на 1 га аммиачной селитры увеличивает количество нитратного азота на 1,7 мг на 100 г почвы [19].

Внесение азотных удобрений в дозе 30 кг на 1 га на опытных полях ГСАС «Хакасская» в 2004-2006 годах увеличивает содержание азота до 1,7-3,2 мг на 100 г сухой почвы.

Так же, как и в нашем опыте, в результате исследований Е.В. Щербининой [20] в засушливых условиях Среднего Заволжья в 2013-2015 гг. установлено, что на варианте при отвальной вспашке с применением N_{30} увеличивает содержание нитратов в почве на 2,9 мг на 100 г сухой почвы (121 %), и после уборки яровой твёрдой пшеницы наибольшее количество нитратов также отмечается на удобренном фоне (33,1 мг на 100 г сухой почвы или 123 %).

Выводы.

1. Количество нитратного азота в почве под посевами озимой ржи и яровой твёрдой пшеницы зависит от метеоусловий вегетационного периода.

2. В течение второго вегетационного периода, к уборке озимой ржи происходит увеличение нитратного азота в почве.

3. При бессменном возделывании яровой твёрдой пшеницы отмечается отрицательная динамика нитратного азота в почве в период её вегетации.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Назарова В.Н. Газообразные потери азота удобрений из почвы и их снижение с помощью ингибиторов нитрификации: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. М., 1978. 24 с.

2. Зубенко В.Ф., Шияк Г.Н., Корниенко А.Д. Использование растениями азота и вымывание его лизиметрическими водами на дерново-подзолистой почве Полесья Украины // Агрохимия. 1978. № 3. С. 3-8.

3. Шабаев В.П., Соколов О.А., Кудеяров В.Н. Использование разными культурами азота из почвы и удобрения, внесённого в возрастающих дозах // Агрохимия. 1980. № 3. С. 3-11.

4. Волков Е.Д., Волкова Г.А. Нитрификационная способность обыкновенных чернозёмов Северо-Казахстанской области // Вопросы почвозащитного земледелия: научн.-техн. бюл. ВНИИЗХ. Целиноград, 1974. Вып. 2. С. 94-106.

5. Кияницкая А.М., Красникова З.Л. Влияние удобрений на величину и качество урожая яровой пшеницы // Применение минеральных удобрений в зерновых севооборотах Северного Казахстана. Алма-Ата: Кайнар, 1980. Т. 8. Вып. 1. С. 96-106.

6. Ивановский Н.П., Литвинова В.П., Стацевич В.А. Потери азота из почвы в осенне-зимний период // Сборник научно-исследовательских работ. Краснодар, 1971. Вып. 156. С. 171-173.

7. Фомина З.Н. Динамика нитратов в зернопаровом севообороте // Пути повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур в Северном Казахстане: тр. ВНИИЗХ. Целиноград, 1979. С. 23-25.

8. Трифонова Л.Ф., Шрамко Н.В., Копеев Б.А. Севообороты и особенности нитратного режима в некоторых подтипах степных почв Северного Казахстана // Некоторые вопросы агротехники полевых культур в Северном Казахстане. Целиноград, 1983. С. 9-15.

9. Гайнутдинова Е.А. Повышение эффективности использования азота, фосфора и калия из почвенных запасов за счёт оптимизации комплекса агротехнических приёмов // Некоторые вопросы агротехники полевых культур в Северном Казахстане. Целиноград, 1983.С. 94-104.

10. Гридасов И.И., Андреева В.М. Удобрение яровой пшеницы в Оренбургской области. Челябинск: Юж-Урал. кн. изд-во, 1977. 136 с.

11. Василенко В.Н., Зинченко В.Е., Калиниченко В.П. Концепция программы повышения плодородия почв Ростовской области на 2002-2005 гг. Ч. 1 // Известия высших учебных заведений. Северокавказский регион. 2003. № 1. С. 108-109.

12. Гаевая Э.А. Баланс питательных веществ в севооборотах, расположенных на эрозионно-опасных склонах Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2(52). С. 21-23.

13. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 26 с.

14. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 170 с.

15. Башкин В.Н., Кудеярова А.Ю., Кудеяров В.Н. Вынос элементов питания из почв поверхностным стоком в верхней части бассейна р. Оки // Химия в сельском хозяйстве. 1980. № 8. С. 43-47.

16. Топорков С.Г. К биологии озимой пшеницы // Сельское хозяйство и лесоводство. 1988. № 1. С. 2-3.

17. Акимова О.И. Влияние уровня азотного питания на урожай зерна озимой ржи // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 8(106). С. 13-18.

18. Весенняя подкормка озимой ржи в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, В.Н. Жижин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4(54). С. 30-33.

19. Олейнов В.Н. Удобрение твёрдой пшеницы на чернозёме южном: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ростов н/Д, 2008. 25 с.

20. Щербинина Е.В. Питательный режим почвы при возделывании яровой твёрдой пшеницы в Среднем Заволжье // Молодой учёный. 2016. № 27.3. (131.3). С. 62-65.

Скороходов Виталий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел. 8-906-845-87-45, e-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Поступила в редакцию 31 июля 2018 года

UDC 631.811.1:633.11 (470.56)

Skorokhodov Vitaly Yuryevich
FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Accumulation and use of nitrate nitrogen by winter rye and spring hard wheat in spring and summer period on southern chernozems of Orenburg piedmont of the western Ural Mountains

Summary. The article presents results of a long-term stationary experiment on content and consumption of nitrate nitrogen in soil under crops of winter rye and spring hard wheat depending on meteorological conditions and plant nutrient status.

Three types of fallow (black, soil-protective, green manured) are presented as precursors of spring hard wheat after effect of various types of fallow and in case of permanent crop rotation, as well as its permanent cultivation.

Determination of nitrate nitrogen content in soil is considered for the growing season (spring-summer), when, on average, there is an increase in nitrate nitrogen content in soil for 18 years of research of the rye crops. The lowest content and negative dynamics of nitrate nitrogen in soil is observed in case of spring hard wheat monocropping.

Dependence of nitrate nitrogen accumulation in soil under spring hard wheat crops without use of fertilizers on June precipitation was established (effect 22 %).

Key words: grain crops, nitrate nitrogen, precursor, fertilizer, crop rotation, monocrop, multiple regression, soil, growing season, hydrothermal index.

УДК 636.2

Подстилка для кур на основе цеолитсодержащей глины «Аланит»

М.И. Теммоев[1], В.В. Кулинцев[2], М.Б. Улимбашев[1]

[1] ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

[2] ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

Аннотация. В статье представлен анализ применяемых вариантов подстилки для кур и предложен новый метод подстилки, состоящий из цеолитсодержащей глины «Аланит» (20-25 %), измельчённых хвойных шишек (15-20 %), невсхожих семян сельскохозяйственных культур (10-15 %), сухого вещества горного разнотравья (сухое вещество) – остальное. Клеточная технология производства мяса птицы обусловлена высокими капитальными затратами, а в связи с необходимостью замены устаревшего оборудования на современное – дорогостоящее, и в отсутствии необходимых для этого финансовых средств птицеводы стали отдавать предпочтение технологии напольного содержания птицы на глубокой подстилке. Цель исследования – изучить влияние разных способов (вариантов) подстилки для кур на их заболеваемость. Для достижения указанной цели исследований были сформированы 7 групп кур, различавшиеся по использованию разных вариантов подстилочного материала при выращивании: I группа (подстилка – термомодифицированные опилки+верховой торф+мука цеолитовая), II (глина «Аланит»), III (глина «Аланит»+шишки), IV (глина «Аланит»+невсхожие семена), V (глина «Аланит»+солома+шишки), VI (ши-шки+солома+невсхожие семена), VII (предлагаемый нами метод). Установлено, что применение нашей подстилки по сравнению с другими способами снижает заболеваемость кур в среднем на 1,2-8,4 %. Подстилка для кур, включающая цеолиты и растительное сырьё, в отличии от других вариантов подстилки снижает заболеваемость птицы, что повышает эффективности отрасли птицеводства.

Ключевые слова: птица, куры, подстилка для кур, глина «Аланит», заболеваемость кур.

Введение.

В последнее время в ряде западных стран при выращивании птицы применяют технологию напольного содержания цыплят-бройлеров на глубокой подстилке. В СССР отечественное птицеводство до 60 % мяса цыплят-бройлеров производило в условиях клеточного содержания, тогда как на подстилке – 40 %.

Клеточная технология производства мяса птицы обусловлена высокими капитальными затратами, а в связи с необходимостью замены устаревшего оборудования на современное – дорогостоящее, и в отсутствии необходимых для этого финансовых средств птицеводы стали отдавать предпочтение технологии напольного содержания птицы на глубокой подстилке. Кроме того, у учёных и практиков стран Западной Европы существует мнение, что клеточное содержание недостаточно удовлетворяет этологические потребности птицы в основных жизненных проявлениях и неприемлемо с этической точки зрения [1].

Согласно маркетинговым исследованиям компании Roxell, в среднем по России бройлеров в клетках содержат 60-63 % птицефабрик, все остальные выращивают птиц на полу. Но необходимо учитывать, что такие крупные интеграторы, как «Черкизово», «Мираторг» и «Приосколье», покрывающие около 60 % рынка, выращивают бройлеров именно напольным методом, поэтому данные в целом по России верны лишь теоретически. На самом деле сейчас соотношение напольного и клеточного оборудования составляет примерно 50:50. С тем, что именно напольный способ сегодня становится наиболее популярным среди современных птицефабрик, согласен Альберт Давлеев, президент компании Agrifood strategies и вице-президент Международной программы развития птицеводства (UIPDP) [2].

При выращивании бройлеров необходимо, чтобы подстилочный материал удовлетворял следующим требованиям: был недорогим, сухим, чистым, с достаточно высокой влагоёмкостью, имел хорошие изоляционные качества, был лёгким для транспортировки и без склонности к образованию пыли. Основным подстилочным материалом, как правило, являются древесные опилки, торф, измельчённая солома, подсолнечная лузга, стружка початков кукурузы [3, 4]. Следует придерживаться того, чтобы влажность подстилки не превышала 25 %, так как в подстилочном материале при этом может развиваться патогенная микрофлора бактериальной и грибковой природы. Однако добиться выполнения всех этих требований достаточно трудоёмкая задача, на их решение должны быть направлены усилия как учёных, так и практиков. С целью последующего использования подстилочного материала в качестве компоста, удобрения или топлива необходимо выдерживать вышеприведённые требования к нему [5, 6].

В первые дни выращивания подстилка для цыплят обеспечивает им изоляцию и комфорт. Одним из необходимых условий для удовлетворения врождённых инстинктов поведения и залога получения высоких производственных показателей и качества тушки является хорошее качество подстилочного материала. Подстилочный материал должен иметь влажность не более 35 %, его следует выкладывать ровным слоем, т. к. неровности препятствуют доступу птиц к корму и воде, что приводит к снижению однородности стада. Толщину подстилочного материала планируют в зависимости от плотности посадки, климатических условий, эффективности вентиляции, системы водоснабжения и состава комбикормов. В качестве подстилочного материала можно применять опилки или рубленую солому (2-5 кг/м^2), летом в птичниках с бетонным полом толщина слоя может составлять 2 кг/м^2 и менее [7].

Вариантами подстилочного материала для птицы являются: опилки древесины лиственных пород – могут содержать танины, обладающие токсичностью и острые включения, способные повредить глотку и зоб птицы; измельчённые опилки – зачастую влажные, подвержены образованию плесени и к тому же цыплята могут поедать их, что приводит к аспергиллёзу; опилки древесины хвойных пород – превосходные впитывающие свойства; резанная солома – пшеничная солома предпочтительнее ячменной по впитывающим качествам; рисовая шелуха – недорогой вариант в некоторых регионах, представляет собой хороший альтернативный материал для подстилки; бумага – при намокании трудно поддаётся ворошению, обладает тенденцией к слёживанию, а лощёная бумага не обладает нужными качествами; отходы переработки тростника – недорогое решение в некоторых регионах; арахисовая шелуха – подвержена слёживанию и образованию корочки, но пригодна для работы.

Солома является наиболее дешёвым и доступным материалом. Однако её использование в качестве подстилки при выращивании птицы ограничено из-за высокого поражения соломы микроскопическими грибами, вызывающими различные заболевания.

Известным техническим решением является подстилка из соломы для выращивания цыплят-бройлеров, в который включают сушку, резку, укладывание соломы на подготовленный пол птичника слоем толщиной 7-10 см и её дезинфекцию формальдегидом. Дополнительно в качестве дезинфектора используют 95 %-й раствор пропионовой кислоты из расчёта 15-25 мл на 1 кг соломы [8]. Недостатком такой подстилки является то, что растительное сырьё соломы быстро теряет свои сорбционные свойства, и это снижает эффективность использования такой подстилки. Кроме того, подстилка в результате снижения сорбционных свойств имеет неприятный запах и содержит возбудителей заболеваний птиц.

Известен абсорбирующий материал и подстилка для животных, в котором его с соединением кальция смешивают с растительными волокнами и сухой остаток от перегонки выходящего маточного раствора, поступающего с предприятия по производству водной аммиачной соды, и использованием водного раствора аммиака применяют для абсорбции жидкости грунта и подстилки животных [9]. Однако данная подстилка недостаточно эффективна, поскольку в ней имеются токсичные элементы, снижающие жизнедеятельность животных.

Прототипом является адсорбционная подстилка для птицы. Данная подстилка представляет собой насыпной ковёр, в состав которого входят термомодифицированные опилки, верховой торф и мука цеолитовая. Изобретение обеспечивает повышение адсорбционных свойств, способствующих эффективному поглощению влаги и запахов [10]. Недостатком является труднодоступность некоторых материалов и их значительная затратность на термомодифицированность опилок, измельчение цеолитов.

Цель исследования.

Изучить влияние разных способов (вариантов) подстилки для кур на их заболеваемость.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Бройлеры кросса Hubbard.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No.755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) and «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания птицы и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Были сформированы 7 групп кур по 50 голов в каждой, различавшиеся по использованию разных вариантов подстилочного материала при выращивании: I группа (подстилка – термомодифицированные опилки+верховой торф+мука цеолитовая), II (глина «Аланит»), III (глина «Аланит»+шишки), IV (глина «Аланит»+невсхожие семена), V (глина «Аланит»+солома+шишки), VI (шишки+солома+невсхожие семена), VII (предлагаемый нами метод).

Предлагаемый нами метод подстилки для кур состоит из цеолитсодержащей глины «Аланит» (20-25 %), измельчённых хвойных шишек (15-20 %), невсхожих семян сельскохозяйственных культур (10-15 %), сухого вещества горного разнотравья (сухое вещество) – остальное.

Аланит – цеолитсодержащие глины северо-осетинского месторождения, которые содержат кремний в количестве 51-53 %, алюминий – 16-17 %, железо – 5-6 %, кальций – 30-33 %, калий – 0,07 %, фосфор – 0,38 %, марганец – 0,04 %, серу – 0,98 %, магний – 1,6 %, а также в небольших количествах: цинк, медь, кобальт и другие микроэлементы. Реакция среды (pH) 8,64 – за счёт высокого содержания кальция в аланите. Как и все цеолитсодержащие глины, обладая сорбционными свойствами, поглощает вредные вещества и запахи помещения, содержит комплекс макро- и микроэлементов, положительно влияющих на организм животного. Такая доза обоснована химическим составом аланита и его дальнейшего использования в смеси с куриным помётом и другими органическими веществами в качестве удобрения.

Шишки ели и сосны, используемые в опыте как подстилка, содержат липиды, танины, многотерпеновые углеводы, биофлавоноиды, олеиновую кислоту, смолы, каротины, эфирные масла, дубильные вещества. Эфирные масла содержат а-пинен и в-пинен более 20 %, множество макро- и микроэлементов, соединения терпенового ряда, биологически активные вещества (железо, хром, медь, фитонциды). В комплексе эти элементы имеют противомикробное действие, обеспечивая надёжную защиту птиц от поражения болезням. Обоснование выбранных параметров шишек объясняется содержанием в них эфирных масел и других антиоксидантных веществ, снижающих заболеваемость птиц.

Невсхожие семена при окислении липидов теряют возможности прорасти, но содержат комплекс полезных для организма веществ: крахмал, углеводы, витамины и др. В ряде семеноводческих сельскохозяйственных учреждений под влиянием ряда факторов семена теряют всхожесть, которую восстановить невозможно, и такой семенной материал ценен как подстилка и одновременно как корм для птиц. В случае использования подстилки на удобрение вместе с помётом является ценным органическим удобрением.

Сбор горного разнотравья включает в себя: горную мяту, мелиссу, зверобой, астрагал, бессмертник и чабрец, которые высушиваются до влажности 20-22 % и используются в качестве подстилки как ценное антимикробное вещество. Эти растения содержат наибольшее количество золы (20,4 %), клетчатки (33,6 %), безазотистых экстрактивных веществ (17,3 %), что усиливает сохранение биологически активных веществ, подавляет развитие микотоксикозов и не требует постоянного обновления подстилки. Обоснование выбранных параметров объясняется их химическим составом и доказано экспериментальными исследованиями.

Оборудование и технические средства. Чашечные кормушки с рекомендуемой плотностью посадки – 60-70 голов на чашку диаметром 33 см. В птичнике используются автоматические цепные линии кормораздачи. Температурный режим осуществляется с помощью терморегулятора для внутренних помещений RTR-B.

Результаты исследования.

Результаты опытов сведены в таблицу 1.

Таблица 1. **Влияние разных вариантов подстилки на заболеваемость птицы**

Варианты опыта	Допустимая концентрация вредных газов, %	Заболеваемость птиц, %	Сохранность поголовья, %
Термомодифицированные опилки+ верховой торф+мука цеолитовая	3,5	12	90
Глина «Аланит»	3,8	10	92
Глина «Аланит»+шишки	4,2	6	92
Глина «Аланит»+невсхожие семена	4,0	8	92
Глина «Аланит»+солома+шишки	4,6	6	94
Шишки+солома+невсхожие семена	4,8	6	94
Предлагаемый метод	4,0	4	96

Установлена различная заболеваемость бройлеров в зависимости от применяемого подстилочного материала при их выращивании. Так, при использовании в качестве подстилки термомодифицированных опилок, верхового торфа и муки цеолитовой наблюдалась максимальная заболеваемость птицы – 12,6 %, что на 2,8 % больше по сравнению с применением глины «Аланит»; глины «Аланит» с шишками – на 6,4 %, глины «Аланит» с невсхожими семенами – на 5,2 %. Наименьшая заболеваемость (4,2 %) имела место в группе по предлагаемому нами методу (глина «Аланит» совместно с измельчёнными хвойными шишками, невсхожими семенами сельскохозяйственных культур и сухим веществом горного разнотравья). Из заболеваний у подопытного поголовья преимущественно регистрировали бронхопневмонию и аспиргиллёз. В наибольшей степени этим болезням были подвержены бройлеры I, II и IV групп.

Вследствие меньшей заболеваемости сохранность поголовья птицы по предлагаемому варианту подстилочного материала оказалась выше в сравнении со сравниваемыми способами в среднем на 2-6 %. Причём меньшую сохранность демонстрировали особи, выращенные на подстилке, состоящей из опилок, верхового торфа и цеолитовой муки.

Обсуждение полученных результатов.

На птицеводческих предприятиях довольно часто наблюдаются заболевания птицы, связанные с некачественным подстилочным материалом. Вариантами подстилочного материала могут быть древесные опилки, торф, измельчённая солома, подсолнечная лузга, стружка початков кукурузы и др., которые имеют друг перед другом преимущества и недостатки. Он должен удовлетворять следующим требованиям: быть недорогим, сухим, чистым, с достаточно высокой влагоёмкостью, иметь хорошие изоляционные качества, быть лёгким для транспортировки и без склонности к образованию пыли.

Куры, выращенные с использованием подстилки по предлагаемому нами методу (глина «Аланит» – 20-25 %; хвойные шишки – 15-20 %; невсхожие семена сельскохозяйственных культур – 10-15 %; горное разнотравье – остальное) характеризовались меньшей заболеваемостью по сравнению с другими вариантами, что, вероятно, обусловлено высокой влагоёмкостью используемой подстилки, снижающей развитие патогенной микрофлоры бактериальной и грибковой природы.

Предлагаемый вариант подстилочного материала позволяет очистить воздух от вредных запахов, снизить заболеваемость птиц и повысить эффективность применения таких подстилок с утилизацией их состава с птичьим помётом в качестве удобрения, что согласуется с исследованиями [5-7], посвящёнными необходимости снижения влажности подстилочного материала.

Вывод.

Подстилка для кур, включающая цеолиты и растительное сырьё, в отличие от других вариантов подстилки снижает заболеваемость птицы, что повышает эффективности отрасли птицеводства.

Литература

1. Фисинин В.И. Промышленное птицеводство: стратегия развития // Агрорынок. 2008. № 4. С. 6-10.

2. Бройлерный вопрос [Электронный ресурс]. url: http://www.agroinvestor.ru/technologies/ article/15188/.

3. Cook J. Chopped straw Versus wood shavings // World Poultry. 1989. V. 53. № 1. P. 10.

4. Испытания сорбента в подстилочном материале для птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, А.Р. Цыганов, А.Э. Томсон, Ю.А. Пономаренко, В.В. Фесина, Р.П. Лизун, А.А. Мартыненко // Птица и птицепродукты. 2014. № 3. С. 28-30.

5. Изучение санитарно-гигиенических показателей подстилки от различных видов сельскохозяйственных животных и птиц / В.С. Скрипкин, Н.А. Ожередова, Е.Э. Епимахова, Е.В. Светлакова, Т.С. Александрова // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2017. № 11. С. 37-42.

6. Епимахова Е.Э., Самокиш Н.В., Барсукова М.Г. Связь качества подстилочных материалов и жизнеспособности бройлеров в предстартовый период // Актуальные вопросы патологии, морфологии и терапии животных: материалы 19-й Междунар. науч.-метод. конф. по патологической анатомии животных. Ставрополь, 2018. С. 157-160.

7. Ноздрин А.Е. Влияние различных способов выращивания цыплят-бройлеров на мясную продуктивность: дис. … канд. с.-х. наук. Белгород, 2015. 131 с.

8. Способ подготовки подстилки из соломы при выращивании цыплят-бройлеров: пат. 2333637 Рос. Федерация / И.П. Салеева, В.А. Гусев, В.А. Офицеров, И.В. Зуев. Заявл. 30.11.06; опубл. 20.09.08, Бюл. № 26.

9. Абсорбирующий материал и подстилка для животных: пат. 2291612 Рос. Федерация / Ж.-М. Блондель, М. Франк. Заявл. 10.03.05; опубл. 20.01.07, Бюл. № 2.

10. Абсорбционная подстилка для птицы (варианты): пат. 2445770 Рос. Федерация / В.С. Канталинский, Л.В. Канталинский, Ю.И. Лебедева, И.Л. Пшеничко, Л.И. Пшеничко, С.В. Поспелов. Заявл. 15.06.10; опубл. 27.03.12, Бюл. № 35.

Теммоев Музафар Ибрагимович, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1, «в», тел.:(8662)40-31-67, e-mail: temmoevmuzafar@mail.ru

Кулинцев Валерий Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 356241, Ставропольский край, г. Михайловск, ул. Никонова, д. 49, тел.: 8(8652)611-773, e-mail: sniish@mail.ru

Улимбашев Мурат Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1 «в», тел.: (8662)40-31-67, 8-963-393-70-87, e-mail: murat-ul@yandex.ru

Поступила в редакцию 20 августа 2018 года

UDC 636.2

Temmoev Muzafar Ibragimovich[1], Kulintsev Valery Vladimirovich[2], Ulimbashev Murat Borisovich[1]
[1] *FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov,*
e-mail: murat-ul@yandex.ru
[2] *FSBSI «North-Caucasian Federal Scientific Agrarian Center»,* e-mail: sniish@mail.ru

Litter for chickens on the base of zeolite «Alanit» clay

Summary. The article presents an analysis of applied litter options for chickens and proposed a new litter method consisting of zeolite «Alanit» clay (20-25 %), chopped cones (15-20 %), non-seed crops (10-15 %), dry substance of mountain motley grass (dry matter) – the rest. Cell technology of poultry meat production is associated with high capital costs and, in connection with the need to replace obsolete equipment with modern ones, it is expensive. In the absence of the necessary financial resources poultry farmers prefer technology of floor keeping of poultry on deep litter. The purpose of the study was to research the effect of different methods (options) of chicken litter on their disease prevalence. For this purpose 7 groups of chicken were formed differing by variants of the litter material during rearing: Group I (litter – thermomodified sawdust+peat+zeolite flour), II («Alanite» clay), III («Alanite» clay+cones), IV («Alanite» clay+non-seed crops), V («Alanite» clay+straw+cones), VI (cones+straw+non-seed crops), VII (proposed method). It is established that use of this litter in comparison with other methods reduces the chickens disease prevalence by an average of 1.2-8.4 %. Chicken litter including zeolites and plant raw materials in contrast to other litter options reduces poultry disease prevalence which increases the efficiency of poultry industry.

Key words: poultry, chicken, chicken litter, «Alanit» clay, chicken disease prevalence.

Отдел разведения мясного скота

Отдел разведения мясного скота создан с 1931 года. В 1934 году Главным управлением молочно-мясных совхозов Наркомата СССР было утверждено положение об Оренбургском НИИМС, в состав которого официально входил отдел разведения мясного скота.

Целью отдела разведения мясного скота с того времени является выполнение научных исследований фундаментального и прикладного характера в области генетики, разведения и воспроизводства сельскохозяйственных животных, разработки фундаментальных основ управления селекционным процессом создания новых генотипов с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, устойчивости к био- и абиострессорам, разработки и использования биотехнологических методов на генетической основе, направленных на значительное ускорение селекционного процесса, совершенствование существующих и выведение новых селекционных форм и их эксплуатация, подготовка кадров для науки и сельскохозяйственного производства.

Первым руководителем отдела стал Андрей Андреевич Сапожков (1931-1932), затем Владимир Львович Рогов (1932-1936), после Николай Митрофанович Замятин (1936-1937). В военные годы отделом руководил Дмитрий Васильевич Шерстобитов (1937-1946), много сделавший для отдела.

Акопян Константин Арутюнович

Считается величайшим отечественным селекционером эпохи XX столетия. С 1937 г. по 1958 г. – заместитель директора по научной работе Оренбургского научно-исследовательского института мясомолочного скотоводства, одновременно возглавлял в отделе работу крупномасштабной селекции по созданию массива герефордизированного скота, проводившейся в эти годы на Юго-Востоке СССР. Направление научных исследований – разработка методических программ отрасли специализированного мясного скотоводства. Команде селекционеров, научных сотрудников и производственников, возглавляемой им, принадлежит прерогатива создания отечественной породы мясного скота – казахская белоголовая порода – на основе скрещивания местных казахских коров с производителями герефордской породы. Утверждена Советом Министров СССР в 1950 году. К.А. Акопян стал лауреатом Государственной премии СССР 1-й степени.

Прахов Лев Павлович

1965-1970 гг. отдел разведения скота мясных пород возглавляет доктор сельскохозяйственных наук, профессор Лев Павлович Прахов. С 1970 года Л.П. Прахов – заместитель директора по науке и основной руководитель исследований темплана НИР по казахской белоголовой породе, которые проходят по совершенствованию в породе племенных и продуктивных качеств. Отдел проводит глубокие исследования по изучению продуктивных качеств молодняка казахской белоголовой породы и её помесей быками санта-гертруда, влияния сроков при откорме молодняка и нагуле молодняка и выранжированных групп. Создаются заводские линии и проводится линейное разведение. В породе были созданы 26 высокопродуктивных линий и общее поголовье породы доведено до 1 млн 500 тыс. голов скота, включая Казахстан.

Доротюк Эдуард Николаевич

С 1970 г. по 1978 г. заведующий отдела разведения скота мясных пород – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Доротюк Эдуард Николаевич. Отдел усиленно занимается совершенствованием калмыцкого скота. Проводимые исследования по стране в рамках темплана НИР позволяли отделу координировать селекцию и совершенствование породы в нужном направлении. Ему принадлежит приоритет по уникальному исследованию породоиспытания мясных пород в Оренбургской, Актюбинской областях.

Уровень показателей, достигнутый при породоиспытании в 1973-1975 гг., до сих пор не перекрыт. На этих животных изучалось всё: живая масса бычков, кастратов, тёлок; их среднесуточный прирост; динамика линейного роста; переваримость, газообмен, затраты корма; физико-химические свойства кожи; гистологические исследования; балансовые опыты.

Племенная работа с калмыцким скотом по стране позволяет выделить отделу хозяйства селекционного значения, такие как «Спутник» Оренбургской области, «Красная Ималка» Оненского района Забайкальского края, ряд хозяйств в Калмыкии, племзавод «Зимовниковский» Зимовниковского района, совхоз «Дубовский» Дубовского района Ростовской области. Предварительно проводимая селекционно-племенная работа в племзаводе «Спутник» способствовала там накоплению животных желательного типа с последующим утверждением как Южно-Уральский мясной тип.

Приоритету Эдуарда Николаевича принадлежат такие разработки, как «корова-телёнок», туровые отёлы в зимне-ранне-весенний период при воспроизводстве, содержание калмыцкого скота в горных условиях и скрещивании его с яками для изучения хозяйственно-биологических качеств.

Чернов Геннадий Алексеевич

С 1978 г. по 1983 г. заведующий отделом разведения мясного скота – кандидат сельскохозяйственных наук Геннадий Алексеевич Чернов. Направление научных исследований отдела – совершенствование казахской белоголовой породы скота; вопросы акклиматизации абердин-ангусского и герефордского скота в стране. За это время отделом созданы пять заводских линий казахской белоголовой породы скота.

Заднепрянский Иван Петрович

С 1983 по 1997 г. И.П. Заднепрянский, доктор сельскохозяйственных наук, профессор – заведующий отделом разведения скота мясных пород. Отдел являлся координатором проводимых исследований опорных пунктов Всероссийского НИИ мясного скота в различных регионах страны, в отделе функционировали лаборатория воспроизводства и иммуногенетики.

Под руководством доктора с.-х. наук, профессора Э.Н. Доротюка как соисполнитель темплана НИР по калмыцкой породе И.П. Заднепрянский совместно с сотрудниками отдела проводил исследования по разводимой калмыцкой породе в масштабах страны: Калмыкия, Бурятия, Ставрополье.

Под руководством И.П. Заднепрянского отдел занимался исследованиями по скрещиванию симменталов с быками мясных пород в перспективе создания породы мясной симментал.

Мазуровский Леонид Зиновьевич

С 1998 г. по 2013 г. отделом руководит Леонид Зиновьевич Мазуровский, кандидат сельскохозяйственных наук.

Результатом работы отдела стало создание трёх новых типов мясного скота: герефордского – «Уральский герефорд», симментальского – «Брединский мясной», казахского белоголового – «Анкатинский завод-ской тип». Под руководством Леонида Зиновьевича в 1996-2010 гг. проводились работы по внедрению прогрессивных технологий и совершенствованию методов селекционной работы в стадах мясных пород скота на Южном Урале. Результатом этой работы стало создание крупнейшего в России массива племенного герефордского скота в рамках вновь созданных племенных заводов и репродукторов: ООО «Экспериментальное», ТНВ «Юж-

ный Урал» Оренбургской, «Профит», «Амурское», «Полоцкий», «Балканы», «Калининское» Челябинской областей. Селекционный материал вышеназванных племхозов используется в племенной работе в настоящее время более чем в 30 регионах России и Республики Казахстан.

Одним из наиболее важных итогов многолетней работы коллектива стало создание в 2009 году Национальной ассоциации заводчиков герефордского скота.

Тюлебаев Саясат Джакслыкович

С 2013 г. по настоящее время отдел работает под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Саясата Джакслыковича Тюлебаева. Основными задачами отдела являются: выполнение государственных, тематических программ РАН; выдвижение заявок на получение грантов фондов Российской Федерации, других фондов и организаций (включая международные), в том числе в рамках международных научных и научно-технических программ и проектов и их выполнение; заключение научных и хозяйственных договоров с сельхозпредприятиями; научно-методическая и информационная координация селекционно-племенной работы с мясными породами крупного рогатого скота в РФ; мониторинг эволюционных, селекционно-генетических процессов в мясном скотоводстве; разработка программ развития, селекционных программ отрасли мясного скотоводства, планов селекционно-племенной работы с породой и конкретно в хозяйствах; подготовка научно-педагогических и повышение квалификации производственных кадров.

А.П. Искандерова
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН

Руководство и сотрудники Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», редколлегия журнала «Животноводство и кормопроизводство»

СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЮТ С ЮБИЛЕЕМ:

доктора сельскохозяйственных наук, профессора Максютова Николая Алексеевича
заместителя директора по производству Гвоздева Николая Алексеевича
кандидата сельскохозяйственных наук Коваленко Валентину Петровну
доктора сельскохозяйственных наук Бесалиева Ишена Насановича
кандидата сельскохозяйственных наук Часовских Евгению Владимировну
кандидата сельскохозяйственных наук Сурундаеву Любовь Геннадьевну

Желают Вам крепкого здоровья, творческих успехов и благополучия

Максютов Николай Алексеевич

Родился 1 сентября 1938 года в селе Донецк Переволоцкого района Оренбургской области

Вся жизнь Николая Алексеевича связана с сельским хозяйством: окончив в 1965 году Оренбургский сельскохозяйственный институт, он начал работать агрономом-семеноводом Экспериментального хозяйства Всесоюзного НИИ мясного скотоводства. С 1985 года в порядке перевода был принят на работу в НПО «Южный Урал» и прошёл по конкурсу на должность заведующего лабораторией севооборотов и водного режима почвы. В настоящее время Н.А. Максютов – заведующий отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Максютов Николай Алексеевич является ведущим учёным по разработке высокопродуктивных севооборотов с чистыми, почвозащитными и сидеральными парами. Им проведены многолетние исследования по разработке биологических приёмов повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Многолетний стационарный опыт, разработанный Н.А. Максютовым в ОПХ им. Куйбышева включает в себя всю систему сухого земледелия и является научным и учебным полигоном для специалистов и руководителей сельского хозяйства области.

Возглавляемый Максютовым Н.А. коллектив разработал биологические приёмы повышения плодородия почвы и схемы 6-польных сидеральных севооборотов, на почвах подверженных водной, ветровой и биологической эрозии, ими установлены возможности использования бессменных посевов кукурузы и сорго на силос, повторных посевов (3-4 года) яровой мягкой пшеницы, разработал нормативные показатели эффективности многих приёмов и технологий в земледелии Оренбургской области.

Результаты исследований Максютова Н.А. опубликованы более чем 250 научных работах, в том числе 4-х монографий, является руководителем и ответственным исполнителем двух многолетних стационарных опытов.

Н.А. Максютов много внимания уделяет подготовке научных кадров, им создана научная школа, в которой под его руководством подготовлены и успешно защищены 15 кандидатских диссертационных работ, является руководителем двух докторских диссертаций.

Николай Алексеевич Максютов ведёт большую общественную, научно-организаторскую и педагогическую работу, являясь преподавателем и председателем государственной аттестационной комиссии при ОГАУ, членом двух диссертационных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций. Член трёх координационных советов: по севооборотам, защиты почв от эрозии и органических удобрений.

Деятельность Максютова Н.А. оценена высоко, о чём свидетельствуют многочисленные награды: Почётная грамота министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Почётная грамота министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, Благодарность Губернатора Оренбургской области, Благодарность Председателя Законодательного собрания Оренбургской области. На основании результатов многолетних исследований является 5-ти кратным лауреатом премии Губернатора Оренбургской области в сфере науки и техники.

Гвоздев Николай Алексеевич

Родился 18 сентября 1938 года в селе Кизлоям Шарлыкского района Оренбургской области

После окончания школы служил в рядах Советской армии, затем окончил агрономический факультет Оренбургского сельскохозяйственного института в 1966 году, после которого был принят на работу в качестве главного агронома колхоза им. Баумана Северного района Оренбургской области.

С 1991 года работает заместителем директора по производству ФГБНУ «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства».

Со знанием дела осуществляет общее руководство производственными подразделениями (бригадами) института. Особое внимание уделяет повышению эффективности производства и сокращению его издержек. Проводит значительную работу по совершенствованию организации производства на основе внедрения новейших технологий. Эффективно координирует работу подразделений и должностных лиц, обеспечивающих производственную деятельность института.

Медаль «Ветеран труда» – заслуженная оценка трудовой деятельности Н.А. Гвоздева. Неоднократный участник ВДНХ, награждён Почётной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук, Благодарностью председателя Законодательного Собрания Оренбургской области.

Коваленко Валентина Петровна

Родилась 1 сентября 1948 года в селе Красхолм Илекского района Оренбургской области

Окончив в 1971 году Оренбургский сельскохозяйственный институт, Валентина Петровна начала свою трудовую деятельность главным ветеринарным врачом колхоза «Прогресс» Соль-Илецкого района Оренбургской области. С 1972 года вся её дальнейшая жизнь связана с НИИ мясного скотоводства, в котором она прошла путь от старшего лаборанта отдела технологии до старшего научного сотрудника, заведующего аспирантурой и докторантурой, закончила заочную аспирантуру, защитила кандидатскую диссертацию.

Опубликованные ею научные исследования, внедрённые 12 рационализаторских предложений по проблеме усовершенствования технологии содержания мясных коров с телятами в зоне Южного Урала и Западного Казахстана широко применяются в животноводческих хозяйствах.

Валентина Петровна более 18 лет возглавляет аспирантуру и докторантуру научного учреждения по сельскохозяйственным специальностям. Она на высоком профессиональном уровне организует учебный процесс подготовки аспирантов, докторантов и соискателей. За годы её работы успешно прошли послевузовскую подготовку по очной и заочной форме обучения более 100 аспирантов и докторантов, а также 162 соискателя.

Её многолетний и настойчивый труд награждён медалью «Ветеран труда». Научные разработки, внедряемые в производство Коваленко В.П. неоднократно отмечены медалями ВДНХ, ВВЦ, почётной грамотой департамента АПК, Почётной грамотой министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, благодарность Министерства образования Оренбургской области.

Бесалиев Ишен Насанович

Родился 12 сентября 1953 года в с. Чёрный отрог Саракташского района Оренбургской области.

В 1975 году окончил агрономический факультет Оренбургского сельскохозяйственного института. На работу был направлен в Кемеровскую государственную областную сельскохозяйственную опытную станцию, где работал сначала младшим, а затем старшим научным сотрудником. С 1977 года был принят младшим научный сотрудником отдела семеноводства Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства, им защищены кандидатская и докторская диссертации В настоящий момент является ведущим научным сотрудником, заведующим отделом технологий зерновых культур.

Бесалиев И.Н. принимал участие в разработке методов и приёмов семеноводства и семеноведения, обеспечивающих сохранение и улучшение урожайных свойств семян зерновых и зернобобовых культур; проводил исследование по программе «Биологические аспекты влияния агрофонов на семенную продуктивность: посевные и урожайные свойства семян яровой пшеницы», разрабатывал технологии выращивания зерна и семян для различных сортов яровой пшеницы.

Под руководством Ишена Насановича защищено 2 кандидатские диссертации.

Результатами труда И.Н. Бесалиева стали более 70 научных работ, одна монография, пять брошюр, он входит в экспертный совет конкурса среди молодых учёных и аспирантов, конкурса «Умник», проводимых администрацией Оренбургской области.

За достижения в сельскохозяйственной науке награждён многочисленными почётными грамотами, благодарностями, в том числе Грамотой министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Почётной грамотой министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, является лауреатом премии администрации области в сфере науки и техники.

Часовских Евгения Владимировна

Родилась 20 августа 1953 года в с. Богородское Шарлыкского района Оренбургской области.

После окончания агрономического факультета Оренбургского сельскохозяйственного института вся дальнейшая научная и практическая деятельность прошла в стенах института – от старшего техника отдела земледелия Оренбургского НИИСХ до учёного секретаря.

При непосредственном участии Е.В. Часовских впервые в Оренбургской области была организована лаборатория биотехнологии, разработаны и внедрены технологии ускоренного размножения растений и выращивания оздоровленного семенного материала картофеля, производства картофеля в богарных условиях выращивания с применением регуляторов роста, которые входят в перечень лучших инновационных работ учёных. Активно участвовала в освоении выращивания безвирусного пробирочного картофеля, методики диагностики на заражённость растений вирусными болезнями по методу ИФА. Имеет более 30 научных работ по данному направлению исследования.

В лаборатории семеноводства картофеля являлась ведущим исполнителем работы по выращиванию исходного семенного материала методом верхушечной меристемы.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха (г. Коренево) была успешно защищена кандидатская диссертация.

Е.В. Часовских успешно осуществляет координацию тематических планов научно-исследовательских работ, контролирует своевременное и качественное их выполнение, готовит сводные отчёты о деятельности института, участвует в разработке основных направлений его деятельности, организует работу Учёного совета, рассматривает материалы, связанные с защитой диссертаций и присвоением учёных званий.

Научные достижения Евгении Владимировны отмечены: Почётной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук, Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства Оренбургской области, Благодарностью Губернатора Оренбургской области, имеет Бронзовую медаль ВДНХ СССР.

Сурундаева Любовь Геннадьевна

Родилась 17 сентября 1958 года в г. Оренбурге.

С 1976 года Сурундаева Любовь Геннадьевна прошла трудовой путь от старшего лаборанта до руководителя регионального информационно-селекционного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Её научная деятельность не ограничивалась рамками института: с 1995 по 2009 год занималась преподавательской деятельностью на кафедре генетики, разведения сельскохозяйственных животных и зоогигиены Оренбургского аграрного университета, где ей было присвоено учёное звание доцента.

При этом она непрестанно повышала свой профессиональный уровень, защитив диссертацию кандидата сельскохозяйственных наук.

Является соавтором патентов на селекционное достижение: «Каргалинский мясной», «Айта».

Любовь Геннадьевна много сил и времени уделяет преподавательской деятельности во Всероссийской школе селекционеров мясного скота, работающей под эгидой МСХ РФ. Только за последние три года на базе данной структуры прошли повышение квалификации слушатели из 12 регионов нашей страны. Ею подготовлено 3 учебно-методических пособия для студентов ВУЗов и специалистов, обучающихся на курсах повышения квалификации.

Л.Г. Сурундаевой изучены аллельные профили по 71 антигенам в 11 системах групп крови крупного рогатого скота казахской белоголовой и герефордской пород, разводимых в племрепродукторах, размещённых на территории Челябинской, Волгоградской, Оренбургской областей, Алтайского и Ставропольского краёв, Республики Казахстан и других регионах. На основе полученных данных были оценены генетическое разнообразие, степени гомозиготности и генетической консолидированности указанных пород.

Является редактором книг: племенных животных герефордской породы (I том 2010 год; II том 2017 год), племенного крупного рогатого скота казахской белоголовой породы (I (XVI) том, 2011 год), племенного крупного рогатого скота калмыцкой породы (том I (XI), 2012 год; том II(XII), 2017 год).

За достижения в зоотехнической науке Л.Г. Сурундаева неоднократно была награждена многочисленными почётными грамотами, а также золотой медалью ВВЦ, Почётной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук, Благодарностью Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, Лауреат премии губернатора Оренбургской области в сфере науки и техники, Благодарностью губернатора Оренбургской области.

Условия публикации статей

В теоретическом и научно-практическом журнале «Животноводство и кормопроизводство» публикуются результаты научных исследований и их внедрения в сфере АПК.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, доктора наук (утверждён 01.12.2015, официальный сайт ВАК URL: http:// perechen.vak2.ed.gov.ru/) по отраслям наук и группам специальностей: сельскохозяйственные науки: *ветеринария и зоотехния (06.02.00)*

Журнал «Животноводство и кормопроизводство» включён в систему Российского индекса цитирования (договор с РУНЭБ № 225-06/2018 от 04.06.2018 г.).

Рекомендуемые научные направления статей для опубликования в журнале: инновационное направление науки; разведение, селекция, генетика; технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве; теория и практика кормления; кормопроизводство и корма; информация и рекомендации сельскохозяйственного производства.

Периодичность выхода журнала «Животноводство и кормопроизводство» – 4 раза в год. Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать» – **80289**. Подписная цена на полугодие – 2000 руб., за год – 4000 руб. Оплата подписки осуществляется через банки РФ или всеми отделениями Роспечати.

Для публикации статьи автор должен оформить подписку на журнал на полугодие. Для стран СНГ за полугодие – 3000 руб., оплата – через любые банки РФ в валюте РФ. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Электронные полнотекстовые версии журнала размещаются на сайте журнала http://gk.fncbst.ru/ и РУНЭБ http://www. elibrary.ru.

При подготовке статей в журнал рекомендуем руководствоваться следующими правилами:

- Статья должна содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки и соответствовать основным научным направлениям журнала.
- Материалы представляются в электронном виде в редакторе Word. Объём статьи – не менее 6 страниц, с полями: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см., шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал одинарный. **В тексте должна быть пропечатана буква «ё».**
- Статья должна быть структурирована: выделены полужирным шрифтом разделы **«Введение», «Цель исследования», «Материалы и методы исследования», «Результаты исследования», «Обсуждение полученных результатов», «Выводы».**

«Материалы и методы исследования» должны включать по абзацам:

Объект исследования.

Характеристика территорий, природно-климатические условия (как правило, для земледелия и растениеводства).

Схема эксперимента.

Оборудование и технические средства.

Статистическая обработка.

- Заглавие статьи – прописными буквами полужирным шрифтом; затем через интервал – инициалы и фамилия авторов; название учреждения, где работают авторы; через интервал размещаются: аннотация – не менее 200 слов (ориентировочно 24-25 печатных строк), ключевые слова – (не более 10); через интервал – текст статьи с таблицами и рисунками.
- К научной статье определяется её индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК).
- Рисунки, диаграммы (графический материал), таблицы должны быть выполнены в форме, обеспечивающей ясность передачи всех деталей на компьютере и позволять дальнейшее редактирование в программах «Microsoft Word» или «Microsoft Excel».
- Литература размещается в конце статьи и должна быть оформлена в виде общего списка в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 (см. раздел «Затекстовая библиографическая ссылка»). Литература приводится в порядке очерёдности упоминания, в тексте – цифровые ссылки в квадратных скобках [1, 2, 3…]. Список должен включать не менее 10 наименований.
- В конце статьи указать сведения об авторах: фамилия, имя, отчество полностью, учёная степень, учёное звание, занимаемая должность и место работы с адресными данными, контактными телефонами и адресами электронной почты для обратной связи.

Пример оформления статьи

УДК 636.088.31

Продуктивные качества бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов
(перевод на английский)

С.Г. Генов
(перевод на английский)
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
(перевод на английский)

Аннотация. (на русском языке)
Summary. (на английском языке)
Ключевые слова: (на русском языке)
Key words: (на английском языке)
Содержание статьи

Литература

1.
2. и т. д.

Генов Сергей Григорьевич, соискатель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.:_____ e-mail: _____

Статья, поступившая в редакцию, проверяется через программу «Антиплагиат» (оригинальность статьи должна составлять не менее 80 %) и проходит через институт рецензирования в соответствии с **Положением об институте рецензирования** теоретического и научно-практического журнала «Животноводство и кормопроизводство». Отрицательная рецензия является основанием для отказа в публикации статьи.

К статье обязательно прилагается копия квитанции о подписке на журнал на полугодие (копию выслать на электронный адрес редакции).

Рукопись статьи, подготовленная к публикации, должна быть подписана лично автором. Автор несёт юридическую ответственность за содержание статьи, точность приводимых в рукописи цитат, статистических данных, фактов.

Статьи, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются и возврату не подлежат.

Адрес редакции: 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, тел. 8(3532)43-46-76
e-mail: ntiip_vniims@rambler.ru,
сайт журнала: http://gk.fncbst.ru/