

ISSN 2079-6250

Животноводство и кормопроизводство

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

**Теоретический
и научно-практический
ЖУРНАЛ**

Том 101 № 2 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 № 2 2018

ЖИВОТНОВОДСТВО И КОРМОПРОИЗВОДСТВО
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

Животноводство и кормопроизводство

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук
Теоретический и научно-практический журнал
Выходит четыре раза в год

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

Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Theoretical and scientific-practical journal
Issued 4 times per year

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 18.06.2018 г. Дата выхода в свет 29.06.2018 г. Объём уч.-изд. л. 14. 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://fncbst.ru/?page_id=607

© ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУКИ

<i>Мирошников С.А., Гарипова Н.В., Холодилина Т.Н., Курилкина М.Я., Дускаев Г.К.</i> Продуктивное действие и переваримость кормов при использовании в кормлении птицы микрочастиц железа	7
--	---

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

<i>Герасимов Н.П., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф., Рябов Н.И.</i> Формирование экстерьера бычков разных генотипов во взаимосвязи с уровнем кормления	17
<i>Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Фомин А.В., Сарыбаев С.А.</i> Метод чистопородного разведения по линиям в совершенствовании казахского белоголового скота	25
<i>Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Канатпаев С.М., Пуцаева А.В.</i> Показатели роста и развития молодняка разных генотипов при оценке их отцов по качеству потомства	34
<i>Хакимов И.Н., Григорьев В.С., Мударисов Р.М.</i> Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы мясного скота методом интербридинга	44
<i>Третьякова Р.Ф., Каюмов Ф.Г., Куц Е.Д.</i> Изменение промеров телосложения и взаимосвязь линейного и весового роста у тёлочек калмыцкой породы новых заводских типов	51
<i>Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Туржанов С.Ш.</i> Воспроизводительная способность симментальских тёлочек разных генотипов	58

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ЭКОНОМИКА
В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

<i>Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я., Атрощенко М.М.</i> Влияние породной принадлежности на элементный статус лошадей	67
<i>Отаров А.И., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф.</i> Эффективность откорма и адаптационные способности калмыцких и швицких бычков в горных условиях Кабардино-Балкарской Республики	72
<i>Ажмулдинов Е.А., Кизаев М.А., Титов М.Г., Бабицева И.А.</i> Влияние различных стресс-факторов на организм сельскохозяйственных животных (обзор)	79
<i>Абитов А.М., Атаев М.А., Улимбаев М.Б.</i> Влияние технологических факторов на стрессоустойчивость и проявление продуктивных качеств крупного рогатого скота	90
<i>Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В., Макаева А.М.</i> Оценка биохимических показателей крови коров с низкими воспроизводительными качествами после внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов	97
<i>Горелик Л.Ш., Горелик О.В., Харлап С.Ю.</i> Состояние гипофизарно-тиреоидной системы в организме кур в ходе яйцекладки	104
<i>Дусаева Е.М., Курманова А.Х.</i> Преимущества мясного скотоводства в новых парадигмах развития	112

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

- Галиев Б.Х., Ширнина Н.М., Мирошников И.С., Докина Н.Н., Нуржанов Б.С., Корнейченко В.И.* Синтез и превращение энергетических соединений в преджелудках сухостойных коров при использовании в рационах различных уровней ненасыщенных жирных кислот 121
- Курилкина М.Я., Холодилина Т.Н., Муслюмова Д.М., Завьялов О.А., Гарипова Н.В., Макаева А.М.* Морфобиохимические показатели крови бычков, содержащихся на рационах с включением комплекса высокодисперсных металлов 131
- Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Джуламанов Е.Б., Рязанов В.А., Макаева А.М.* Влияние жиросодержащей добавки Палматрикс на гематологические показатели и неспецифический иммунитет подопытных бычков 137
- Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Харламов А.В., Рахимжанова И.А., Дусаева Х.Б., Нуржанов Б.С., Поберухин М.М.* Продуктивные и качественные показатели говядины подсосного молодняка в зависимости от содержания непредельных жирных кислот в рационе коров 143
- Колесникова И.А.* Содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови цыплят-бройлеров при скармливании лактобактерий и иодида калия 154

КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМА

- Воскобулова Н.И., Соловьёва В.Н., Ураскулов Р.Ш.* Урожайность зелёной массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева гороха 162
- Ивашененко И.Н., Багринцева В.Н.* Роль азотного удобрения в повышении урожая и кормовой ценности зерна гибридов кукурузы 168
- Скороходов В.Ю.* Влияние погодных факторов вегетации и фона питания на накопление нитратного азота в почве под сельскохозяйственными культурами на чернозёмах Оренбургского Предуралья 176
- Победнов Ю.А., Сычёв А.М.* Силосование проявленной люцерны в рулонах, упакованных в плёнку, – альтернатива искусственной сушке 186
- Максютов Н.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н.* Влияние предшественников на продуктивность яровой твёрдой пшеницы, усвоение осадков и весенние запасы влаги в почве на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала 194
- Бесалиев И.Н., Каравайцев Я.А.* Зависимость агробиологических показателей посевов яровой твёрдой пшеницы от метеофакторов межфазных периодов её вегетации в условиях Оренбургского Предуралья 201
- Неверов А.А., Воскобулова Н.И., Верецагина А.С.* Влияние обработки семян регулятором роста растений Мивал-Агро на формирование урожая зерна кукурузы в различных погодных условиях 209
- Митрофанов Д.В.* Влияние метеоусловий и влажности почвы на выход зерна в севооборотах и урожайность бессменных посевов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья 218

ИНФОРМАЦИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

- Атландерова К.Н., Макаева А.М., Мирошников С.А., Курилкина М.Я.* Использование систем «anti-quorum» в животноводстве (обзор) 229

<i>Романова А.П., Титова В.В., Макаева А.М. Особенности применения наноразмерных форм микроэлементов в сельском хозяйстве (обзор)</i>	237
---	-----

Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Лаборатория иммуногенетики	251
--	-----

CONTENTS

INNOVATIVE TREND IN SCIENCE

<i>Miroshnikov S.A., Garipova N.V., Kholodilina T.N., Kurilkina M.Ya., Duskaev G.K.</i> Productive action and digestibility of feeds after using iron microparticles for feeding of poultry	7
---	---

BREEDING, SELECTION, GENETICS

<i>Gerasimov N.P., Kayumov F.G., Tretyakova R.F., Ryabov N.I.</i> Conformation of bulls representing different genotypes in correlation with the level of feeding	17
<i>Makaev Sh.A., Tayguzin R.Sh., Fomin A.V., Sarybayev S.A.</i> Purebred breeding by lines for the improvement of Kazakh white-headed cattle	25
<i>Kadysheva M.D., Tyulebaev S.Zh., Kanatpaev S.M., Pushchaeva A.V.</i> Indicators of growth and development of young animals of different genotypes when assessing their fathers by the quality of progeny	34
<i>Khakimov I.N., Grigoryev V.S., Mudarisov R.M.</i> Improvement of young Hereford beef cattle exterior by interbreeding method	44
<i>Tretyakova R.F., Kayumov F.G., Kushch E.D.</i> Conformation measurements change and correlation between linear and weight growth in Kalmyk heifers of new breed types	51
<i>Kadysheva M.D., Tyulebaev S.Zh., Turjanov S.Sh.</i> Reproductive ability of Simmental heifers of different genotypes	58

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN BEEF CATTLE BREEDING

<i>Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N. Kurilkina M.Ya., Atroshchenko M.M.</i> The influence of breed on the horses' elemental status	67
<i>Otarov A.I., Kayumov F.G., Tretyakova R.F.</i> Efficiency of fattening and adaptive abilities of Kalmyk and Swiss bulls in the mountainous conditions of the Kabardino-Balkaria Republic	72
<i>Azhmulinov E.A., Kizaev M.A., Titov M.G., Babicheva I.A.</i> Influence of various stress factors on the organism of farm animals (review)	79
<i>Abitov A.M., Atayev M.A., Ulimbashev M.B.</i> The effect of technological factors on stress resistance and manifestation of the productive qualities of cattle	90
<i>Frolov A.N., Zavyalov O.A., Kharlamov A.V., Makaeva A.M.</i> Evaluation of biochemical parameters of blood of cows with low reproductive qualities after intramuscular injection with a preparation containing a complex of essential trace elements	97
<i>Gorelik L.Sh., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu.</i> The state of the pituitary-thyroidal system of chickens during the laying period	104
<i>Dusaeva E.M., Kurmanova A.Kh.</i> Advantages of beef cattle breeding in new development paradigms	112

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

<i>Galiyev B.Kh., Shirnina N.M., Miroshnikov I.S., Dokina N.N., Nurzhanov B.S., Korneichenko V.I.</i> Synthesis and transformation of energy compounds in the dry cows' forestomach when using different levels of unsaturated fatty acids in rations	121
<i>Kurilkina M.Ya., Kholodilina T.N., Mushyumova D.M., Zavyalov O.A., Garipova N.V., Makaeva A.M.</i> Morphobiochemical indicators of blood of bulls, kept on diets with inclusion of a complex of highly disperse metals	131
<i>Levakhin Yu.I., Nurzhanov B.S., Dzhulamanov E.B., Ryazanov V.A., Makaeva A.M.</i> Influence of fat-containing Palmatrix supplement on hematological indices and nonspecific immunity of experimental bulls	137
<i>Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Kharlamov A.V., Rakhimzanova I.A., Dusaeva Kh.B., Nurzhanov B.S., Poberukhin M.M.</i> Productive and qualitative indicators of beef of young suckling cattle, depending on the content of nonsaturated fatty acids in the diet of cows	143
<i>Kolesnikova I.A.</i> The content of total protein and protein fraction in blood serum of the broiler chickens when fed lactobacilli and potassium iodide	154

FODDER PRODUCTION AND FODDERS

<i>Voskobulova N.I., Solovyova V.N., Uraskulov R.Sh.</i> Herbage and dry matter yield depending on the pea sowing rate	162
<i>Ivashenenko I.N., Bagrintseva V.N.</i> The role of nitrogen fertilizer in increasing the yield and fodder value of corn hybrids grain	168
<i>Skorokhodov V.Yu.</i> Influence of weather factors of vegetation and the background of nutrition on the accumulation of nitrate nitrogen in the soil under crops on chernozems of Orenburg Cis-Urals	176
<i>Pobednov Yu.A., Sychev A.M.</i> Ensilage of the seasoned alfalfa in rolls, packed in a film, – is an alternative to artificial drying	186
<i>Maksyutov N.A., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N.</i> The influence of precursors on the spring hard wheat productivity, assimilation of precipitations and the spring moisture reserves in the chernozem soil of the southern steppe zone of the Southern Urals	194
<i>Besaliev I.N., Karavaytsev Ya.A.</i> Dependence of agrobiological parameters of spring hard wheat sowing on weather factors of interphase periods of its vegetation in the conditions of Orenburg piedmont of the western Urals	201
<i>Neverov A.A., Voskobulova N.I., Vereshchagina A.S.</i> Effect of seed treatment with growth regulator Mival-Agro on the formation of corn grain yield in various weather conditions	209
<i>Mitrofanov D.V.</i> Influence of meteorological conditions and soil moisture on yield of grain in crop rotations and productivity of permanent crops on chernozems of southern Orenburg Cis-Urals	218

INFORMATION AND RECOMMENDATIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

<i>Atlanderova K.N., Makaeva A.M., Miroshnikov S.A., Kurilkina M.Ya.</i> Use of «anti-quorum» systems in animal husbandry (review)	229
<i>Romanova A.P., Titova V.V., Makaeva A.M.</i> Peculiarities of application of nanoscale forms of trace elements in agriculture (review)	237
All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Laboratory of immunogenetics	251

УДК 577.17:636.5

**Продуктивное действие и переваримость кормов при использовании
в кормлении птицы микрочастиц железа**

С.А. Мирошников¹, Н.В. Гарипова¹, Т.Н. Холодилина^{1,2}, М.Я. Курилкина¹, Г.К. Дускаев¹

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

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье представлены экспериментальные данные, обобщающие результаты исследований изучения биологических свойств кормовых добавок на основе отрубного продукта с микрочастицами железа, подвергнутыми электромагнитному воздействию сверхвысоких частот и ультразвука, с оценкой питательности (переваримость «in vitro» и «in vivo») и интенсивности роста цыплят-бройлеров.

Для оценки влияния полученных кормовых добавок на организм птицы был проведён физиологический опыт на цыплятах-бройлерах. В подготовительный период цыплята находились в одинаковых условиях кормления и содержания, а в учётный период пшеничные отруби 10 % основного рациона заменяли опытными кормосмесями (смесь пшеничных отрубей и микрочастиц железа), контрольная группа получала основной рацион. Пшеничные отруби в рационе I опытной группы заменяли на кормосмесь, обработанную СВЧ, II опытной – кормосмесь, обработанную ультразвуком, III опытной – необработанной кормосмесью.

Полученные лабораторные данные показывают, что сверхвысокочастотная и ультразвуковая обработки кормовых композиций на основе отрубного продукта повышают переваримость сухого вещества на 6,4 и 4,2% в условиях «in vitro». В эксперименте на цыплятах-бройлерах установлен факт повышения переваримости питательных веществ в организме птицы I опытной группы по жиру на 2,1 %, углеводам – на 3,7 %, во II опытной по углеводам – на 2,3 %. Отмечен факт повышения биодоступности железа из препарата микрочастиц в I опытной – на 5,7 %, II опытной – на 7,0 %. Изменение питательности рационов в I опытной группе способствовало увеличению интенсивности роста птицы на 6,0 %.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, корма, электромагнитная обработка, ультразвук, микрочастицы железа, переваримость.

Введение.

В организм человека и животных ежедневно с пищей поступает значительное число экзогенных микрочастиц. По некоторым оценкам их количество для организма человека составляет около 10^{12} в сутки [1]. Однако при столь значительном поступлении экзогенных частиц крайне мало известно о механизмах трансформации и роли микрочастиц в работе желудочно-кишечного тракта и метаболизме всего организма [2]. Во многом это вызвано сложной природой метаболизма частиц различного состава, формы, размера, дозировки и путей воздействия [3, 4].

Исходя из существующих данных, энтеральное преобразование отдельных нерастворимых частиц металлов Fe и Al сопровождается деградацией факторами кишечных соков [5], с отсутствием выраженных клеточных повреждений под действием микро- и наночастиц на пищеварительный тракт [6]. Причём при поступлении частиц металлов с пищей наряду с всасыванием отдельных компонентов частиц в ионной форме [7-10] значительная часть из них поступает в организм в неизменном виде [11, 12]. Ранее показано, что частицы железа в кишечнике способны всасываться путём эндоцитоза в составе сложных комплексов [13].

Использование высокодисперсных порошков металлов при введении в организм птицы позволяет повысить биодоступность, обеспечить малотоксичность и пролонгированность действия [14]. Дополнительно эффективность препаратов, содержащих частицы, можно повысить путём обработки физическими методами [15].

Физические процессы на атомном уровне являются основой реакций между биомолекулами и электромагнитным полем (ЭМП), поскольку поле может влиять на химические связи между соседними атомами и изменять энергетические уровни. Увеличение воздействия ЭМП может изменить клеточный баланс путём генерации активных форм кислорода (АФК) [16-19]. Известно, что микроволновое излучение увеличивает выход экстрактов биоактивных веществ из различных матриц [20], вызывает деградацию углеводов из-за локализованной высокой температуры [21], улучшает антиоксидантные способности биоактивных полисахаридов [22].

В настоящее время всё более широкое распространение получают технологические процессы, использующие ультразвуковые колебания. Данный вид обработки широко применяется и в кормопроизводстве через возмущение продуктов кавитацией [23-25]. В сочетании с другими традиционными методами экстракции ультразвук был рекомендован для извлечения биоактивных соединений [26], в том числе в комбинации с гидролазами [27, 28].

По мере накопления фактического материала по применению СВЧ и УЗ воздействия при подготовке кормов становятся очевидными перспективы использования сочетания этих методов с совместным включением минеральных веществ [29-31].

В связи с этим была поставлена задача: изучить влияние кормовых композиций на основе отрубного продукта, подверженного воздействию электромагнитного поля СВЧ и УЗ в комбинации с микрочастицами железа, на организм цыплят-бройлеров.

Цель исследования.

Изучить влияние электромагнитного поля СВЧ и ультразвуковой обработки кормосмесей, содержащих микрочастицы железа, используемых в кормлении птицы, на переваримость кормов и продуктивное действие.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры кросса «Смена VII».

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 изучения влияния исследуемой кормовой добавки на продуктивные качества птицы были отобраны 120 цыплят в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) Оренбургского государственного университета. По принципу аналогов сформированы 4 группы цыплят-бройлеров (n=30) – контрольная и три опытные. Составление рационов производилось на основании учёта химического состава кормов. В состав основного рациона был включён опытный комплекс (ОК) – 10 % пшеничных отрубей. В подготовительный период цыплята находились в одинаковых условиях кормления и содержания, в учётный период, начиная с 14-дневного возраста, нативные пшеничные отруби (10 % основного рациона) заменяли опытными кормосмесями (смесь пшеничных отрубей – 99,9 % и микрочастиц железа – 0,007 %), содержание контрольной группы предполагалось на основном рационе (ОР). I опытная группа получала опытный комплекс (ОК₁) – отруби+Fe (7 мг/кг)+ЭМП СВЧ, II опытная – опытный комплекс (ОК₂) – отруби+Fe 7 мг/кг+УЗ, III опытная – опытный комплекс (ОК₃) – отруби+Fe 7 мг/кг. Кормление цыплят-бройлеров в ходе исследований производилось полнорационными комбикормами, разработанными на основе рекомендаций [32].

В процессе исследования проводился ежедневный учёт потребления птицей корма по каждой группе. Динамика живой массы птицы в течение учётного периода изучалась путём ежедневного индивидуального взвешивания цыплят. Переваримость сухого вещества определяли в ходе балансового опыта.

В исследованиях были использованы: пшеничные отруби, приобретённые на ЗАО «Хлебопродукт-2» города Оренбурга, с содержанием сырой клетчатки – 8-10 %, сырого протеина – 13-15 %, с размером частиц – до 1 см. Препарат микрочастиц металла-микроэлемента Fe приобретён у ЗАО НПП «Высокодисперсные металлические порошки» (размер частиц – 12,5-50,0 мкм, частота – 99,95 %).

СВЧ и УЗ обработка. В ходе исследования готовили смесь отрубей и микрочастиц металла Fe в соотношении: отруби пшеничные – 100 г (влажность – 32 %) и микрочастицы Fe – 7 мг/кг, которая была подвергнута воздействию в электромагнитном поле сверхвысоких частот (ЭМП СВЧ).

Предварительно увлажнённые до влажности 32 % образцы смеси подвергались ЭМП СВЧ воздействию при мощности 320 кВт, время экспозиции – 90 сек.

Объём воды для увлажнения образцов определяли по формуле:

$$V = m (W_2 - W_1) / (100 - W_2),$$

где: V – объём воды, необходимый для увлажнения образцов, мл;

m – масса образца, г;

W₁ и W₂ – начальная и конечная массовая доля влаги, %.

Для проведения ультразвуковой обработки (УЗ) готовили смесь отрубей и микрочастиц металла Fe в соотношении: отруби пшеничные – 100 г (влажность 32 %) и микрочастицы Fe – 7 мг/кг. Упакованные образцы при влажности смеси 32 % закрепляли в ультразвуковой установке и подвергали воздействию ультразвука, время экспозиции – 120 сек.

Оборудование и технические средства. ЭМП СВЧ обработка проводилась на установке LG MH-6347EB (КНР) с рабочей частотой 2450 МГц и выходной мощностью 800 Вт. Для проведения ультразвуковой обработки использовали ультразвуковую установку УЗУ 0,25 (Россия) с рабочей частотой 18 кГц и выходной мощностью 0,25 кВт.

Переваримость сухого вещества определяли методом «in vitro» при помощи «искусственного рубца KPL 01» по методике В.В. Попова, Е.Т. Рыбиной в модификации Г.И. Левахина, А.Г. Мещерякова [33].

Зоотехнический анализ и биохимические исследования образцов корма и кала были осуществлены в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) по общепринятым методикам.

Статистическая обработка. Основные данные были подвергнуты статистической обработке с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Полученные по ходу эксперимента цифровые данные были обработаны методом вариационной статистики [34].

Результаты исследования.

Оценка переваримости корма «in vitro» выявила значительные изменения при использовании ЭМП СВЧ в комплексе с микрочастицами Fe. В этом случае переваримость сухого вещества достигает 84,62 %, что на 6,44 % превышает контроль. Ультразвуковое воздействие на продукт с микрочастицами Fe не оказало выраженного воздействия на переваримость «in vitro» (рис. 1).

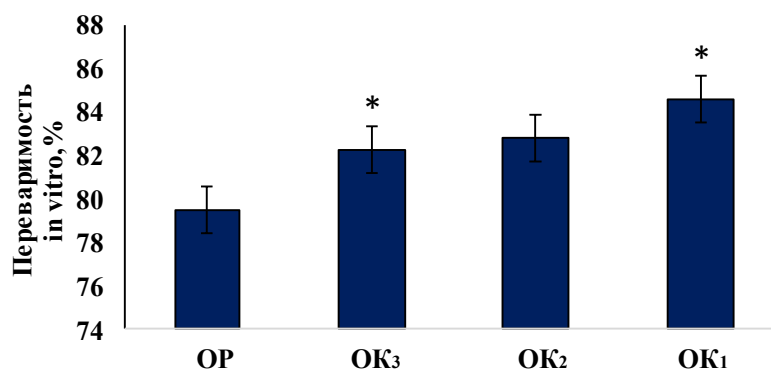


Рис. 1 – Переваримость «in vitro» сухого вещества испытываемых кормовых средств, %

Примечание: * – при P ≤ 0,05 при сравнении контрольной и опытных групп

Как следует из результатов исследований, включение в рацион опытных групп ОК₁ повысило поедаемость корма в I опытной группе на 2,57 % относительно контрольной. Наблюдалась тенденция увеличения поедаемости на протяжении всего учётного периода по отношению к другим группам. Во II и III опытных группах на 1,77, и 0,73 % поедаемость также была выше относительно контрольной группы, соответственно в период кормления рационом с ОК₁ и ОК₂ была выявлена положительная динамика. Изменение состава рациона на фактическое потребление комбикормов подопытными цыплятами-бройлерами по периодам выращивания оказало существенное влияние на поедаемость корма.

На основании фактического потребления кормов и их химического анализа был определён коэффициент переваримости питательных веществ корма подопытной птицей (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты переваримости питательных веществ корма подопытной птицей, %

Группа	Органическое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Углеводы
Контрольная	87,39±0,40	92,94±0,22	85,90±0,45	86,92±0,41
I опытная	90,39±0,44 ^a	94,93±0,23 ^a	88,27±0,54	90,16±0,45 ^a
II опытная	88,89±0,87	93,26±0,52	85,98±1,09	88,92±0,86
III опытная	88,88±0,79	92,61±0,52 ^b	86,80±0,93	88,96±0,78

Примечание: а – $P \leq 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп;

б – $P \leq 0,05$ при сравнении I и III опытных групп

В I опытной группе отмечена наиболее высокая переваримость питательных веществ корма. В частности, переваримость органического вещества по сравнению с контрольной группой увеличилась на 3,4 % ($P \leq 0,05$), III опытной – на 1,7 %.

Переваримость сырого жира в I опытной группе составила 94,93 %, превысив контрольную группу на 2,1 % ($P \leq 0,05$), а в III опытной группе показатель уменьшился на 2,4 % ($P \leq 0,05$) относительно I группы. Отмечен рост переваримости углеводов в I опытной группе на 3,7 %, во II опытной и III опытной группах выявлена одинаковая тенденция роста на 2,3 %.

Расчёты биодоступности железа из препарата микрочастиц Fe в организме птицы показали увеличение этого параметра при СВЧ обработке на 5,8 % ($P \leq 0,05$), УЗ – на 7,0 % ($P \leq 0,05$) (рис. 2).

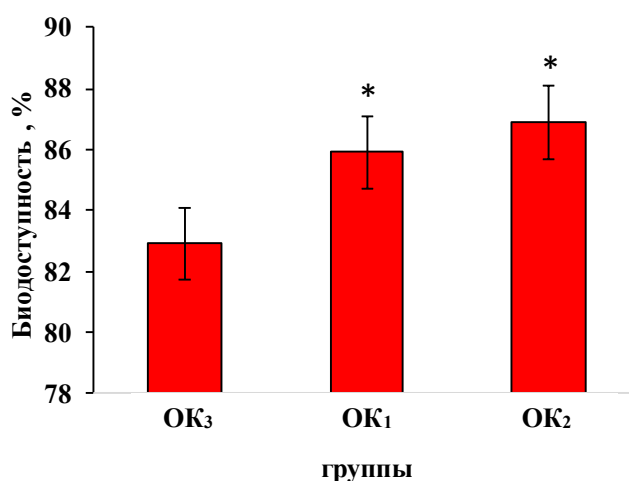


Рис. 2 – Биодоступность железа из препарата микрочастиц в организме подопытной птицы, %

Примечание: * – при $P \leq 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп

Введение в рацион ОК₁ и ОК₂ сопровождалось увеличением живой массы подопытных цыплят (табл. 2).

Таблица 2. Динамика живой массы подопытной птицы, г/гол

Неделя учётного периода	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
0	221,00±7,9	220,67±4,4	219,33±3,2	222,33±6,0
1	369,67±8,4	377,50±14,8	370,33±11,9	375,67±9,0
2	625,67±4,7	648,67±30,8	623,83±19,2	631,33±6,6
3	947,50±25,5	1002,75±6,0	950,50±29,9	965,75±17,3
4	1377,25±25,2	1459,75±19,5 ^a	1384,75±26,5	1401,25±45,2

Примечание: а – $P \leq 0,05$ при сравнении контрольной и опытных групп

К концу учётного периода превосходство цыплят I опытной группы над сверстниками из контроля по живой массе составило 6,0 % ($P \leq 0,05$).

Динамика разницы по величине прироста живой массы между сравниваемыми группами представлена на рисунке 3.

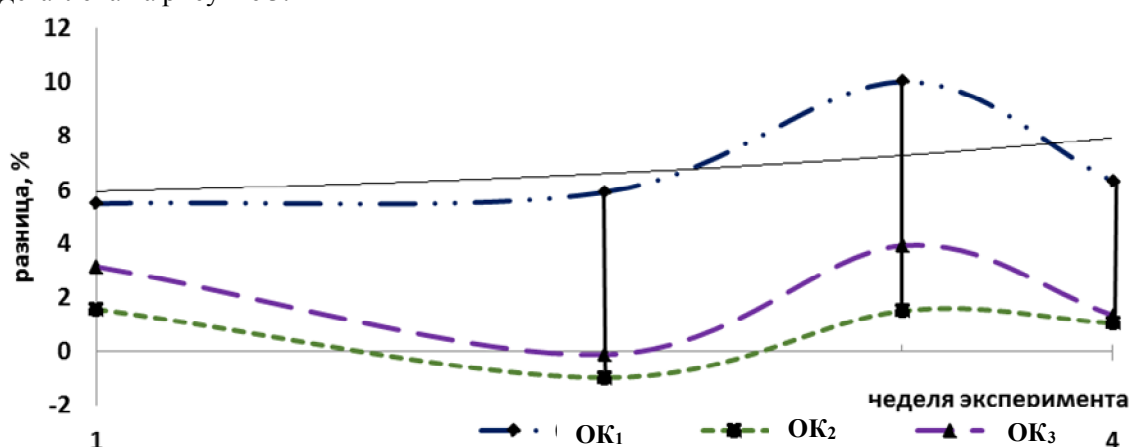


Рис. 3 – Разница по приросту живой массы между контрольной и опытными группами, %

Обсуждение полученных результатов.

Очевидно, что со снижением размера частиц биологическая активность кормовых добавок увеличивается. При этом по мере снижения размера частиц отмечается уменьшение необходимого количества действующего вещества для достижения одних и тех же целей по формированию биологически полноценных рационов. В связи с этим в науке активно ведутся работы по созданию всё более высокодисперсных кормовых средств и закономерно возникает вопрос об оптимальности размерного ряда частиц в питании животных. Учитывая значительный объём частиц, поступающих в организм животных с кормом и водой, с высокой степенью вероятности можно предположить, что именно препараты микрочастиц металлов-микроэлементов следует рассматривать в качестве альтернативы существующим препаратам в питании животных. Перспективность микрофракционных кормов подтверждается исследованиями [35-36]. Причём, в отличие от нанодисперсий, препараты микрочастиц характеризуются меньшей токсичностью. Показано, что наночастицы металлов из-за высокой реакционной способности легко диссоциируют в ионные формы в кислой среде желудка, что приводит к тяжёлым токсическим реакциям, вызывая перегрузку ионов металлов в органах-мишенях [37]. Микроразмерные металлы отличаются меньшими токсичными эффектами, так как основное всасывание частиц в организм происходит в результате энтерального пищеварения [38].

Эффективность применения методов электромагнитного СВЧ и ультразвукового воздействий на корм было изучено в работах [39, 40], где отмечено повышение переваримости питательных веществ и интенсивности роста птицы. В связи с этим нами были изучены опытные комплексы, которые подвергались физическим воздействиям электромагнитного СВЧ и ультразвукового в комплексе с микрочастицами металла Fe.

Результатом наших исследований электромагнитного воздействия на опытные комплексы явилось достоверное увеличение переваримости сухого вещества на 6,4 % при воздействии электромагнитного поля СВЧ. Эти данные подтверждаются результатами балансовых опытов, в которых показано достоверное увеличение переваримости органического вещества в I опытной группе на 3,4 %, углеводов – на 3,7 % и сырого жира – на 2,1 % относительно контроля. Это объясняется структурным преобразованием в корме, возникшем при тепловом воздействии в результате электромагнитной СВЧ обработки [41].

При анализе результатов, полученных в ходе оценки биологической доступности микроэлементов Fe для организма птицы, можно сделать вывод, что дополнительное воздействие как ультразвука, так и электромагнитного СВЧ на опытные комплексы даёт достоверное увеличение биодоступности железа из микрочастиц на 5,8-7,0 %. В числе причин этого явления можно рассматривать повышение температуры в местах локализации металлических частиц при СВЧ обработке, что способно привести к спеканию и формированию органических плёнок на поверхности микрочастиц железа. Возможно, что в составе органической оболочки микрочастицы железа легче проникают через энтеральный барьер. Возможным фактором повышения биодоступности железа из состава препарата микрочастиц является активизация деятельности микрофлоры пищеварительного тракта [42] и частичного разрушения сырой клетчатки в микроокружении частиц железа. В конечном итоге повышение переваримости корма опытных рационов повышает продуктивное действие, что подтверждается оценкой интенсивности роста цыплят.

Оценка живой массы показывает достоверное увеличение продуктивного действия корма в I опытной группе по величине прироста живой массы относительно контроля. Таким образом эксперимент показал, что рост переваримости питательных веществ кома происходит не только за счёт физических преобразований в результате действия электромагнитного поля СВЧ, но и за счёт биологического действия самих микрочастиц Fe, которые вероятно активно включаются в энтеральный обмен. Для более детального изучения полученного эффекта необходимо дальнейшее исследование физиологического состояния организма, в том числе и путём оценки элементного состава подопытной птицы.

Выводы.

Использование СВЧ обработки пшеничных отрубей как модели растительных кормов с содержанием некрахмальных полисахаридов от 5 до 10 % в сочетании с микродисперсными частицами Fe изменяет структурный и химический составы опытного комплекса, способствуя повышению переваримости питательных веществ, и сопровождается ростом биодоступности железа, обеспечивая прирост живой массы птицы.

Наблюдаемые эффекты увеличения переваримости отдельных питательных веществ в рационе подопытной птицы требуют дальнейшего изучения механизмов воздействия микрочастиц железа на организм.

Литература

1. Powell J.J., Thoree V., Pele L.C. Dietary microparticles and their impact on tolerance and immune responsiveness of the gastrointestinal tract // *British Journal of Nutrition*. 2007. № 98(1). P. 59-63.
2. Origin and fate of dietary nanoparticles and microparticles in the gastrointestinal tract / J.J. Powell, N. Faria, E. Thomas-McKay, L.C. Pele // *Journal of Autoimmunity*. 2010. V. 34. Issue 3. P. 226-233. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaut.2009.11.006>. Epub 2010. Jan 21.

3. Dietary minerals in the gastrointestinal tract: hydroxy polymerization of aluminum is regulated by luminal Mucins / J.J. Powell, M.W. Whitehead, C.C. Ainley, M.D. Kendall, J.K. Nicholson, R.P. Thompson // *Journal of Inorganic Biochemistry*. 1999. № 75. P. 167-180.
4. Tolerance to the nanoparticles zerovalent Fe, Co and Ni, evaluated on the cell lines SKOV-3 and U87 / R. Gornati, E. Pedretti, F. Rossi, F. Cappellini, M. Zanella, I. Oliveto, E. Sabbioni, G. Bernardini // *Journal of Applied Toxicology*. 2016. V 36. Issue 3. P. 385-393. doi: 10.1002 / jat.3220.
5. Health risk Evaluation of nanoparticles of metals / M. Di Gioacchino, N. Verna, R. Gornati, E. Sabbioni, G. Bernardini // *Nanotoxicology: from in Vivo and in Vitro models to health risks*. John Wiley & Sons, Ltd; Chichester, United Kingdom. 2009. P. 519-542.
6. Ultrastructural features of multipotent mesenchymal stromal cells obtained from adipose tissue of a person / C.M. Mania, M.C. Rusy, K. Lee, V.M. Manoiu, L. Moldovan, A.M. Jianu // *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2014. № 55. P. 1363-1369.
7. Soo-Jin Choi and Jin-Ho Choy. Biokinetics of zinc oxide nanoparticles: toxicokinetics, biological fates, and protein interaction // *International Journal of Nanomedicine*. 2014. № 9(2). P. 261-269.
8. Rat pancreatitis produced by 13-week administration of zinc oxide nanoparticles: biopersistence of nanoparticles and possible solutions / S.H. Seok, W.S. Cho, J.S. Park, Y. Na, A. Jang, H. Kim, Y. Cho, T. Kim, J.R. You, S. Ko, B.C. Kang, J.K. Lee, J. Jeong, J.H. Che // *Journal of Applied Toxicology*. 2013. № 33(10). P. 1089-1096.
9. Organ biodistribution, clearance, and genotoxicity of orally administered zinc oxide nanoparticles in mice / C.H. Li, C.C. Shen, Y.W. Cheng, S.H. Huang, C.C. Wu, C.C. Kao, J.W. Liao, J.J. Kang // *Nanotoxicology*. 2012. № 6(7). P. 746-756.
10. Pharmacokinetics, tissue distribution, and excretion of zinc oxide nanoparticles / M. Baek, H.E. Chung, J. Yu, J.A. Lee, T.H. Kim, J.M. Oh, W.J. Lee, S.M. Paek, J.K. Lee, J. Jeong, J.H. Choy, S.J. Choi // *International Journal of Nanomedicine*. 2012. № 7. P. 3081-3097.
11. Principles for characterizing the potential human health effects from exposure to nanomaterials: elements of a screening strategy / G. Oberdörster, A. Maynard, K. Donaldson, V. Castranova, J. Fitzpatrick, K. Ausman, J. Carter, B. Karn, W. Kreyling, D. Lai, S. Olin, N. Monteiro-Riviere, D. Warheit, H. Yang // *Particle and Fibre Toxicology*. 2005. № 2(8). P. 1-35.
12. Biodistribution, clearance, and biocompatibility of iron oxide magnetic nanoparticles in rats / T.K. Jain, M.K. Reddy, M.A. Morales, D.L. Leslie-Pelecky, V. Labhasetwar // *Molecular Pharmaceutics*. 2008. № 5(2). P. 316-327.
13. Ferroportin mediates the intestinal absorption of iron from a nanoparticulate ferritin core mimetic in mice / F. Mohamad Aslam, David M. Frazer, Nuno Faria, Sylvaine F. A. Bruggraber, Sarah J. Wilkins, Cornel Mirciov, Jonathan J. Powell, Greg J. Anderson and Dora I. A. Pereira. // *The FASEB Journal*. 2014. № 28(8). P. 3671-3678.
14. Использование высокодисперсных металлов в составе премиксов и комбикормов для бройлеров / В.П. Куренева, И.А. Егоров, Ю.И. Фёдоров, Н.Н. Глущенко, Л.Д. Фаткуллина // *Новое в кормлении и содержании сельскохозяйственной птицы*. Загорск, 1984. С. 3-8.
15. Юсупова Г.Г., Цугленок Г.И. Влияние СВЧ-энергии на физико-химические показатели качества зерна // *Материалы XLIII научно-технической конференции*. Челябинск: ЧГАУ, 2004. С. 290-293.
16. Repacholi M. H., Greenebaum B. Interaction of static and extremely low-frequency electric and magnetic fields with living systems: health effects and research needs // *Bioelectromagnetic*. 1999. № 20(3). P. 133-160.
17. Influence of static magnetic field and iron ions on rat lymphocytes: apoptosis, necrosis and free radical processes / J. Jeje, J. Grzegorzczuk, M. Zmyslacute, E. Rajkowska // *Bioelectrochemistry*. 2002. № 57(2). P. 107-111.
18. Application of the radical pairs mechanism to free radicals in organized systems: can we predict the effects of 60 Hz from studies under static fields / J.C. Scaiano, N. Mohtat, F.L. Cozens, J. McLean, A. Thansandote // *Bioelectromagnetic*. 1994. № 15(6). P. 549-554.

19. Simkó M. The special status of the oxidative cell type is responsible for the different effects of the electromagnetic field // *Current chemical chemistry*. 2007. № 14(10). P. 1141-1152.
20. Kaufmann B., Christen P. Recent extraction techniques for natural products: extraction with microwaves and extraction solvent under pressure // *Phytochemical Analysis*. 2002. № 13. P. 105-113. doi: 10.1002/pca.631.
21. Routray W., Orsat V. Microwave-assisted extraction of flavonoids: a review // *Food and Bio-process Technology*. 2012. Volume 5. Issue 2. P. 409-424. doi: 10.1007 / s11947-011-0573-zip.
22. Hotchkiss at Physicochemical characteristics of alkaline soluble polysaccharides from sugar beet / M.L. Fishman, H.K. Chan, P.H. Cooker, M.P. Yadav // *Food Hydrocolloids*. 2009. № 23 P. 1554-1562. doi: 10.1016/j.foodhyd. 2008. 10.015.
23. Рождественский В.В. Кавитация. Л.: Изд-во «Судостроение», 1977. 247 с.
24. Быков А.В., Мирошников С.А., Межуева Л.В. К пониманию действия кавитационной обработки на свойства отходов производств // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 12(106). С. 77-80.
25. 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.
26. Rastogi N. K. Opportunities and challenges of the use of ultrasound in the food industry // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011. № 51. P. 705-722. doi: 10.1080/10408391003770583.
27. Ultrasonic extraction and antioxidant activity of polysaccharides from pumpkin (*Cucurbita moschata*) / H. Wu, J. Zhu, W. Diao, C. Wang // *Carbohydrate Polymers*. 2014. № 113. P. 314-324. doi: 10.1016 / j.carbpol. 2014.07.025.
28. Молодкина Л.М., Андрианова М.Ю., Чусов А.Н. Влияние ультразвукового и ферментативного воздействия на биодеструкцию средне и медленноразлагаемых отходов // *Научно-технические ведомости Санкт Петербургского государственного политехнического университета*. 2010. Т. 2. № 100. С. 44-50.
29. Влияние различных видов воздействия на физические и биологические свойства кормов с разной степенью минерализации / М.Я. Курилкина, С.А. Мирошников, Т.Н. Холодилина, А.С. Кузнецова // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2010. № 6. С. 73-75.
30. Высокودисперсные порошки металлов – источники микроэлементов для сельскохозяйственной птицы / И.А. Егоров, В.П. Куренева, Н.Н. Глущенко, Л.Д. Фаткуллина, Ю.И. Фёдоров // *Физиолого-биохимические основы повышения продуктивности сельскохозяйственной птицы: сб. науч. тр. Боровск, 1985. Т. 31. С. 80-88.*
31. Сизова Е.А., Мирошников С.А., Холодилина Т.Н. К разработке критериев безопасности наночастиц металлов при введении их в организм животных // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2011. № 1. С. 40-42.
32. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова, Т.М. Околелова, Г.В. Игнатова, А.Н. Шевяков и др. М., 2009. 80 с.
33. Попов В.В., Рыбина Е.Т. Метод определения переваримости корма «in vitro» // *Животноводство*. 1983. № 8. С. 37-39.
34. Гатаулин А.М. Система прикладных статистико-математических методов обработки экспериментальных данных в сельском хозяйстве. М.: Изд-во ТСХА, 1992. 350 с.
35. Differential proinflammatory effects of metal oxide nanoparticles and their soluble ions in vitro and in vivo; zinc and copper nanoparticles, but not their ions, recruit eosinophils into the lungs / W.S. Cho, R. Duffin, C.A. Poland, A. Duschl, G.J. Oostingh, W. MacNee, M. Bradley, I.L. Megson, K. Donaldson // *Nanotoxicology*. 2012. № 6(1). P. 22-35. doi: 10.3109 / 17435390.2011.552810.

36. Ultrahigh reactivity provokes nanotoxicity: explanation of oral toxicity of nanoparticles of copper / X. Min, H. Chen, G.M. Xing, X. Yuan, Jia. Chen, F. Zhao, C.C. Zhang, Y. L. Zhao // *Toni collette*. 2007. № 175(1-3). P. 102-110. doi: 10.1016 / j. toxlet. 2007.09.015.
37. Nanoparticle and the white crown / M. Rahman, S. Laurent, N. Tawil, L.H. Yahia, M. Mahmoudi // *Proteins-nanoparticles*. Berlin. Springer. 2013. P. 21-44.
38. Comparative evaluation of the toxicity and biodistribution in rats after subchronic oral exposure of copper nanoparticles and microparticles / In-Chul Lee, Je-Won Ko, Sung-Hyun Park, Na-Rae Shin, In-Sik Shin, Changjong Moon, Je-Hyun Kim, Young-Chan Kim, Jong-Chong Kim // *Part of the toxic products*. 2016. № 13. P. 56-73. doi: 10.1186 / s12989-016-0169-x.
39. Кондратьев И.А. Повышение качества зернового сырья комбикормов обработкой в низкотемпературной плазме и СВЧ поле: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1999. 21 с.
40. Повышение питательной ценности труднопереваримых углеводов и использование полученного продукта в кормлении птицы / А.В. Быков, С.А. Мирошников, Л.В. Межуева, Ш.Г. Рахматуллин, Л.А. Быкова // *Вестник Оренбургского государственного университета* 2011. № 15(134). С. 35-38.
41. The Influence of acute exposure to high frequency electromagnetic fields on the antioxidant status and levels of lipids in the rat brain / J. Martinez-Samano, P.V. Torres-Duran, M.A. Juarez-Pina, L. Verdugo-Diaz // *Archive of medical research*. 2012. № 43(3). P. 183-189.
42. Мирошников С.А., Кван О.В., Нуржанов Б.С. Роль нормальной микрофлоры в минеральном обмене животных // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2010. № 6(112). С. 81-83.

Мирошников Сергей Александрович, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор 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: vniims.or@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

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

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

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

Поступила в редакцию 3 мая 2018 года

UDC 577.17:636.5

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich¹, Garipova Natalia Viktorovna¹, Kholodilina Tatyana Nikolaevna^{1,2}, Kurilkina Marina Yakovlevna¹, Duskaev Galimzhan Kalikhanovich¹

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 University», e-mail: post@mail.osu.ru

Productive action and digestibility of feeds after using iron microparticles for feeding of poultry

Summary. The article presents experimental data summarizing the results of studies of biological properties of feed additives based on the bran product with iron microparticles subjected to electromagnetic action of ultrahigh frequencies and ultrasound with nutrient evaluation («in vitro» and «in vivo» digestibility, intensity growth of broiler chickens.

To assess the effect of the obtained feed additives on the poultry organism, physiological experience was conducted on broiler chickens. During the preparatory period, the chickens were in the same conditions of feeding and keeping, and during the record period, 10 % of the basic diet was replaced with experimental feed mixtures (a mixture of wheat bran and iron microparticles), the control group received a basic diet. Wheat bran in the diet I of the experimental group was replaced by a feed mix, processed with microwave, II experimental group was fed with sonicated feed mix, III group had an untreated feed mix.

The obtained laboratory data show that superhigh-frequency and ultrasonic treatment of fodder compositions based on the ointment product increases the digestibility of dry matter by 6.4 and 4.2 %, in «in vitro» conditions. In the experiment on broiler chickens, it was revealed that the digestibility of nutrients in the body of poultry increases: by the content of fat in group I – by 2.1 %, carbohydrates – by 3.7 %, II group by carbohydrate content – by 2.3 %. The bioavailability of iron from the preparation of microparticles increased in the first group – by 5.7 %, the second group – by 7.0 %. The change in the nutritional density of diets in the I experimental group, promoted an increase in growth intensity by 6.0 %.

Key words: broiler chickens, feed, electromagnetic treatment, ultrasound, microparticles of iron, digestibility.

УДК 636.06:636.084.1

Формирование экстерьера бычков разных генотипов во взаимосвязи с уровнем кормления

Н.П. Герасимов, Ф.Г. Каюмов, Р.Ф. Третьякова, Н.И. Рябов

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

Аннотация. Промеры тела у мясного скота отличаются относительно низкой изменчивостью под влиянием факторов внешней среды по сравнению с живой массой, а высокая взаимосвязь с продуктивностью предоставляет селекционерам дополнительные возможности для более точной оценки, отбора и создания животных с желательным фенотипом. Цель исследования состояла в изучении формирования экстерьера бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами американской селекции во взаимосвязи с уровнем кормления и оценке эффективности использования линейных промеров в селекционном процессе. Для опыта из новорождённых бычков формировали подопытные группы согласно их происхождения: I группа – калмыцкая порода, II группа – помеси F_1 красный ангус×калмыцкая, III группа – помеси F_2 красный ангус×калмыцкая. I опыт проведён на 3 группах при интенсивном уровне выращивания после отъёма, II опыт – на аналогах по происхождению при умеренном кормлении. Помесные группы бычков характеризовались более крупным экстерьером относительно чистопородных сверстников. Организация контрольного выращивания бычков при разных уровнях кормления не влияла на ранг распределения молодняка по линейным промерам. Изменчивость промеров тела обуславливалась на 0,79-2,79 % интенсивностью рациона при выращивании. Корреляционный анализ показал сильную прямолинейную связь линейного и весового роста независимо от уровня кормления ($r=0,70-0,72$). В результате получены линейные модели, позволяющие расчёт живой массы бычков на основе изучаемых линейных промеров в 15-месячном возрасте. Коэффициенты детерминации представленных моделей в зависимости от интенсивности выращивания составляли 0,80-0,83 ед., что позволяет с высокой точностью прогнозировать показатель весового роста.

Ключевые слова: бычки, калмыцкая порода, красный ангус, американская селекция, уровень кормления бычков, линейные промеры бычков, живая масса бычков, продуктивность бычков, генотип бычков, желательный фенотип.

Введение.

В настоящее время биологические особенности отечественных пород мясного скота используются не в полной мере в связи с отсутствием высокоценной племенной продукции, недостаточной организацией кормовой базы, низким качеством естественных пастбищ [1, 2]. При этом высокая приспособленность к разным природно-климатическим условиям, плодовитость, неприхотливость к кормлению и содержанию, присущие калмыцкому скоту, вызывают большой интерес в породообразовательной деятельности. Так, с использованием калмыцкой породы созданы казахская белоголовая и русская комолая породы, которые представляют собой оптимальные сочетания классических мясных пород на основе отечественного генотипа. Новые результаты селекции превосходили своих сверстников по продуктивности, племенной ценности и экстерьерно-конституциональным признакам [3]. При этом линейным промерам, типу телосложения придавалось очень важное значение, так как было замечено, что размеры статей тела определяют направление продуктивности, крепость конституции и скороспелость животных [4-9].

Линейные промеры у мясного скота отличаются относительно низкой изменчивостью под влиянием факторов внешней среды по сравнению с весовым ростом, а высокая взаимосвязь с продуктивностью предоставляет селекционерам дополнительные возможности для более точного отбора и создания животных с желательным фенотипом [10-11].

Работа по созданию нового генотипа мясного скота проводится в Республике Калмыкия, предполагающая получение помесного потомства от скрещивания калмыцких коров и быков-производителей породы красный ангус американской селекции. В настоящее время получено уже второе поколение помесей. Маточное поголовье комбинированного генотипа прекрасно чувствует

себя на естественных пастбищах сухостепной зоны, а воспроизводительные качества не уступают чистопородным аналогам. Однако генетический потенциал бычков на основе испытания их по собственной продуктивности до сих пор не изучен. При этом в силу природных особенностей Республики Калмыкия относят к районам с рискованным земледелием, что неизбежно сказывается на стабильности кормовой базы, требует дополнительной оценки устойчивости полученных генотипов к условиям разной кормообеспеченности.

Цель исследования.

Изучение формирования экстерьера бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами американской селекции во взаимосвязи с уровнем кормления.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Чистопородные бычки калмыцкой породы, помесные (F_1 и F_2) бычки красный ангус американской селекции $\times$ калмыцкая порода.

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 племязаводе ООО «Агрофирма Адучи» Целинного района Республики Калмыкия на фоне разного уровня кормления (интенсивный и умеренный). Подопытные группы формировали из новорождённых бычков согласно их происхождения: I группа – калмыцкая порода, II группа – помеси F_1 (помеси первого поколения) красный ангус $\times$ калмыцкая (50 % кровности по улучшающей породе), III группа – помеси F_2 (помеси второго поколения) красный ангус $\times$ калмыцкая (75 % кровности по улучшающей породе).

До отъёма молодняк выращивался под коровами-матерями на подсосе по технологии, традиционной для мясного скотоводства. Отъём бычков производили в 8 месяцев, после чего породные группы бычков разделили на подгруппы (по 20 голов каждая) в соответствии с запланированной интенсивностью кормления. Таким образом, I опыт проведён на 3 группах при интенсивном уровне выращивания, II опыт – на аналогах по происхождению при умеренном кормлении.

Рационы для бычков составлялись из кормов собственного производства. Их балансирование происходило в соответствии с возрастом, сезоном года и организации уровня интенсивности кормления. При обильном уровне бычки после отъёма до возраста 1 года получали сено разнотравное 10 кг, солома 2 кг, концентраты 3 кг. Возрастной период 13-16 мес. совпал с весенне-летним сезоном. На этом этапе практиковался нагул на естественных пастбищах с подкормкой концентратами 2 кг на голову в сутки. В заключительный период выращивания рационы состояли из сена 7 кг, соломы 2 кг, концентратов 5 кг. При умеренном уровне кормления сокращение питательности рационов проводили за счёт концентрированных кормов. Так, в период 8-12 мес. подопытные бычки получали рацион, лимитированный по концентратам до 1,5 кг на голову в сутки. При нагуле молодняк умеренного кормления дополнительную подкормку концентратами не получал. В возрасте 17-18 мес. количество суточной дачи концентратов сократили до 2,5 кг. Различия по питательности рационов разных опытов составляли 554,9-561,9 корм. ед. (27,63-28,82 %), обменной энергии – 4812,3-4830,6 МДж (19,19-19,74 %), переваримого протеина – 37,4-38,3 кг (17,55-18,60 %). При этом минимальная разница в потреблении отмечалась у животных первого поколения, максимальная – у чистопородных бычков калмыцкой породы.

Оборудование и технические средства. Весовой рост бычков разных породных групп определялся на электронных весах «ВСП4-Ж» (Россия) утром до кормления. Линейный рост изучался взятием основных промеров мерной палкой Лидтина, циркулем Вилькенса и мерной лентой.

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали методы вариационной статистики [12], а также дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализы с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Помесные группы бычков характеризовались более крупным экстерьером относительно чистопородных сверстников. Об этом можно судить по величине линейных промеров в 15-месячном возрасте (табл. 1). Так, в условиях интенсивного уровня кормления по высоте в крестце помеси F₁ и F₂ превосходили калмыцкий молодняк на 2,1-3,2 см (1,73-2,64 %; P>0,05; P<0,01). Однако наиболее существенная разница между чистопородным и помесными генотипами была достигнута по косой длине туловища – 4,2-5,8 см (2,80-3,87 %; P<0,05-0,01) и обхвату груди за лопатками – 3,7-6,9 см (2,08-3,89 %; P<0,05-0,001).

Таблица 1. Характеристика 15-месячных бычков по весовому и линейному росту на фоне разного уровня кормления ($\bar{X} \pm S_x$)

Признак отбора	Группа		
	I	II	III
Интенсивный уровень кормления			
Живая масса в 15 мес., кг	392,4±4,74	427,8±4,94***	439,7±5,81***
Высота в крестце, см	121,1±0,55	123,2±0,78	124,3±0,65**
Косая длина туловища, см	149,9±0,95	154,1±1,21*	155,7±1,13**
Обхват груди за лопатками, см	177,5±1,02	181,2±1,08*	184,4±1,11***
Умеренный уровень кормления			
Живая масса в 15 мес., кг	372,7±4,31	393,1±4,77**	403,5±4,92***
Высота в крестце, см	120,5±0,64	122,6±0,76	123,9±0,62**
Косая длина туловища, см	148,1±0,90	152,4±0,99*	153,8±1,26**
Обхват груди за лопатками, см	176,2±0,98	179,8±1,05*	181,8±1,03***

Примечание: превосходство с достоверностью * – P<0,05; ** – P<0,01;

*** – P<0,001 относительно I группы

Различия между породностями подтвердились линейными промерами при умеренном уровне кормления. При этом по высоте в крестце калмыцкие бычки уступали помесным группам на 2,1-3,4 см (1,71-2,74 %; P>0,05, P<0,01), по косой длине туловища – на 4,3-5,7 см (2,82-3,71 %; P<0,05-0,01), по обхвату груди за лопатками – на 3,6-5,6 см (2,00-3,08 %; P<0,05-0,001). Таким образом, организация контрольного выращивания бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами при разных уровнях кормления не изменила ранг распределения молодняка по линейным промерам. Максимальным размером статей экстерьера отличалось второе поколение по ангусской породе, минимальным – чистопородные животные.

При анализе внутривидовой изменчивости под влиянием фактора кормления установлено, что минимальному воздействию подвержена высота в крестце – 0,4-0,6 см (0,32-0,5 %) в разрезе исследуемых генотипов. В то же время развитие осевого отдела скелета значительно зависело от уровня рациона при выращивании молодняка. Так, бычки при интенсивном кормлении по косой длине туловища превосходили своих аналогов умеренного выращивания на 1,7-1,9 см (1,12-1,24 %), а по обхвату груди за лопатками – на 1,3-2,6 см (0,74-1,43 %). При этом максимальная внутригрупповая изменчивость отмечалась в помесном генотипе второго поколения.

Дисперсионный анализ полученных результатов однако свидетельствует, что паратипический фактор оказывает относительно слабое влияние на развитие линейного роста молодняка по сравнению с наследственностью (табл. 2). Так, вариабельность промеров экстерьера обуславливается на 0,79-2,79 % ($P>0,05$, $P<0,05$) интенсивностью рациона при выращивании. При этом развитие осевого отдела скелета отличается максимальной детерминацией указанного организованного фактора, объясняемой более интенсивным формированием в постнатальном онтогенезе по сравнению с периферическим.

Таблица 2. Влияние факторов наследственности и кормления на вариабельность живой массы и промеров тела в 15-месячном возрасте, %

Признак отбора	Фактор			
	генотип	кормление	генотип×кормление	случайный
Живая масса в 15 мес., кг	27,66***	23,40***	1,44	47,50
Высота в крестце, см	17,85***	0,79	0,00	81,45
Косая длина туловища, см	20,47***	2,79*	0,00	76,74
Обхват груди за лопатками, см	23,36***	2,78*	0,30	73,56

Примечание: уровень значимости параметра * – $P<0,05$; ** – $P<0,01$; *** – $P<0,001$

В высшей степени достоверное влияние ($P<0,001$) на изменчивость линейных промеров, которое варьировало в пределах 17,85-23,36 %, оказывает фактор происхождения животных. Здесь также прослеживается установленная тенденция минимальной детерминации высоты в крестце, что связано с особенностями развития молодняка крупного рогатого скота.

Модификация фактора «уровень кормления» оказало существенно слабое воздействие на линейный рост подопытного молодняка по сравнению с влиянием на живую массу, главным образом, за счёт заметно низкой вариабельности изучаемых признаков. Кроме того, организация условий реализации продуктивного потенциала бычков разных генотипов была проведена после позднего периода выращивания (этапа наиболее интенсивного развития скелета).

Таким образом, величина статей экстерьера в большей степени определяется генотипом животных, что следует учитывать при племенной оценке мясного скота. При этом корреляционный анализ показывает прямолинейную связь линейного и весового роста независимо от уровня кормления (табл. 3).

Таблица 3. Корреляция живой массы и линейных промеров у бычков в 15 месяцев ($r \pm m_r$)

Промер	Уровень кормления		В среднем
	интенсивный	умеренный	
Высота в крестце, см	0,69±0,171	0,84±0,128	0,70±0,116
Косая длина туловища, см	0,75±0,156	0,73±0,161	0,72±0,113
Обхват груди за лопатками, см	0,77±0,150	0,69±0,171	0,72±0,113

Обращает на себя внимание то, что коэффициенты корреляции отдельных промеров с живой массой по-разному изменяются на фоне различного уровня выращивания. Так, связь между высотой в крестце и весовым ростом несколько теряет силу при организации интенсивного кормления – на 0,15 ед. Напротив, усиление наблюдается при оценке сопряжённости косой длины туловища и обхвата груди за лопатками с величиной живой массы – на 0,02-0,08 ед., что также обусловлено более поздним формированием осевого отдела скелета у крупного рогатого скота.

В целом обобщённая оценка связи свидетельствует о равной величине корреляции в разрезе отдельных промеров телосложения (0,70-0,72 ед.), а также о возможности точного прогноза продуктивных качеств бычков по экстерьерным признакам. Регрессионным анализом получены модели, позволяющие провести расчёт живой массы бычков на основе изучаемых линейных промеров в 15-месячном возрасте (табл. 4).

Приведённые модели прогноза живой массы молодняка в 15 месяцев характеризуются достаточно высокими коэффициентами детерминации ($R^2=0,80-0,83$), что свидетельствует о точности оценки параметра продуктивности при разных уровнях кормления животных. Однако для усреднённой оценки коэффициент детерминации уменьшается на 0,08-0,11 ед., снижая качество регрессионной модели. Это также связано с особенностями формирования экстерьера в зависимости от уровня выращивания.

Таблица 4. Моделирование величины живой массы бычков в возрасте 15 месяцев по основным промерам тела

Условия выращивания	Модель регрессии	Коэффициент детерминации (R^2)
Интенсивный	$W=2.588 \times h + 2.375 \times l + 2.101 \times c - 642.38$	0,80
Умеренный	$W=4.106 \times h + 1.386 \times l + 0.936 \times c - 490.15$	0,83
В среднем	$W=3.082 \times h + 2.187 \times l + 1.827 \times c - 635.291$	0,72

Примечание: W – живая масса бычков в 15 мес., кг; h – высота в крестце, см;
 l – косая длина туловища, см; c – обхват груди за лопатками, см.

Обсуждение полученных результатов.

Изучение экстерьера мясного скота является важным моментом при определении его племенной ценности, типа телосложения и прогноза уровня продуктивности [13]. Так, дифференциацию скота мясных пород по типам телосложения в США проводят, исходя из балльной оценки, в зависимости от промера высоты в крестце [14, 15]. В нашей стране принята 5-балльная шкала оценки выраженности типа телосложения всех половозрастных групп животных [16, 17]. При этом разные породы и помесные группы мясного скота значительно различаются по величине живой массы и типу телосложения, о чём свидетельствуют исследования на 7 породах и их помесях в различных сочетаниях. Так, потомство британских мясных пород (герефорд и ангус) характеризовалось относительной компактностью и легковесностью по сравнению со сверстниками от континентальных европейских быков-производителей [18].

В наших исследованиях калмыцкие бычки уступали потомству красных ангусских быков-производителей американской селекции как по живой массе, так и по всем линейным промерам. Более того, с увеличением доли импортного генотипа межгрупповые различия усиливались. При этом проведение контрольного выращивания молодняка при разных уровнях кормления не изменило ранг распределения изучаемых генотипов скота. В то же время модификация режимов выращивания неблагоприятно отразилась на линейном росте бычков всех групп при ограниченной питательности рационов. Однако установленная внутригрупповая изменчивость не отличалась достоверностью ($P<0,05$). При выращивании ремонтных мясных тёлочек были получены схожие результаты, свидетельствующие о превосходстве молодняка при интенсивном кормлении: по живой массе – на 21,0 кг ($P<0,001$) и высоте в крестце – на 1,3 см ($P<0,01$) относительно аналогов на умеренном рационе [19].

Корреляционный анализ полученных результатов показал сильную сопряжённость ($r=0,70-0,72$) между живой массой и основными линейными промерами, характеризующими формат телосложения. Сила взаимосвязи между отдельными признаками изменялась на фоне разного уровня выращивания бычков, что обуславливалось неодинаковой интенсивностью роста осевого и периферического отделов скелета. Полученные данные подтверждаются достоверной положительной связью между весовым и линейным ростом у мясного скота 9 пород, которая зависела от генотипа животных, возраста и коррелируемого промера и находилась в пределах 0,40-0,83 ед. [20].

Низкая изменчивость линейного роста и высокая корреляция с живой массой у бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами позволяет использовать размеры статей экстерьера для прогноза продуктивных и племенных качеств мясного скота. Оценка качества построенных моделей проведена в разных условиях кормления и свидетельствует о высокой точности прогноза ($R^2=0,80-0,83$). Это подтверждается моделированием прогноза живой массы у брауншвицкого, голштинского скота и их помесей с использованием промеров высоты в холке, обхвата груди за лопатками, косой длины туловища, глубины груди, ширины в тазобедренных сочленениях, высоты в крестце. При этом коэффициенты детерминации (R^2) варьировали в пределах 60,7-91,1 % при максимальном значении параметра у брауншвицкого генотипа и минимальном – у голштинской породы [21].

Выводы.

Бычки калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами американской селекции имели достоверные межгрупповые различия по величине живой массы и основным линейным промерам в 15-месячном возрасте. Проведение контрольного выращивания молодняка при разном уровне кормления не повлияло на ранг распределения изучаемых генотипов. Однако отмечается, что линейный рост характеризовался невысокой изменчивостью (0,79-2,79 %) под влиянием паратипического фактора по сравнению с живой массой (23,40 %). Установлена сильная положительная корреляционная связь ($r=0,69-0,84$) между размерами тела и весовым ростом у молодняка, которую использовали при создании моделей для прогнозирования живой массы при разных условиях кормления.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0006)

Литература

1. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в России // Зоотехния. 2016. № 11. С. 2-6.
2. Бельков Г.И., Джуламанов К.М. Полнее использовать генетический потенциал мясных пород // Молочное и мясное скотоводство. 1990. № 5. С. 20-22.
3. Макаев Ш., Фомин В., Сарбаев М. Принципы отбора скота казахской белоголовой породы с желательными параметрами продуктивности // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 7. С. 9-10.
4. Хайнацкий В.Ю., Каюмов Ф.Г., Тихонов П.Т. Оценка экстерьера крупного рогатого скота мясного направления продуктивности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 4. № 36-1. С. 120-123.
5. Джуламанов К.М., Бельков Г.И. Оценка мясной продуктивности животных герефордской породы разных типов телосложения // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 6. С. 36-39.
6. Джуламанов К.М. Экстерьерные особенности скота герефордской породы // Зоотехния. 2005. № 11. С. 6-8.
7. Джуламанов К.М. Весовой рост бычков герефордской породы разных типов телосложения // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 3. № 35-1. С. 121-123.
8. Калашников Н.А., Половинко Л.М., Каюмов Ф.Г. Экстерьерные показатели и мясная продуктивность бычков калмыцкой породы разных генотипов // Зоотехния. 2016. № 1. С. 17-18.
9. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М. Экстерьерно-конституциональные особенности коров герефордской породы ООО «КХ «Полянское» // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 101-105.

10. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М. Использование взаимосвязи признаков для определения основных направлений комплексного отбора при селекции казахской белоголовой породы // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 98-102.

11. Хакимов И.Н. О необходимости балльной оценки упитанности скота в мясном скотоводстве и её взаимосвязь с живой массой коров // Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Саратов, 2017. С. 327-333.

12. Биометрия в животноводстве: учеб. пособие / Н.Н. Пушкарев, Е.А. Никонова, А.А. Никишов, Т.С. Кубатбеков, Е.О. Рысцова, М.В. Большакова. Бишкек: ОсОО «Алтын Тамга», 2018. 116 с.

13. Alderson G.L.H. The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle // Animal Genetic Resources Information. 1999. Vol. 25. P. 45-55.

14. BIF. Guidelines for uniform beef improvement programs. 7th ed. Kansas State Univ., Colby, 1996. P. 17-20.

15. Zerbino P.J., Frahm R.R. Relationships of on-test hip height with growth and carcass traits of Hereford calves // Animal Science Research Report. 1983. P. 177-180.

16. Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Х.А. Амерханов, И.М. Дунин, В.И. Шаркаев и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 37 с.

17. Порядок и условия оценки быков-производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомства / Х.А. Амерханов, А.М. Белоусов, Ф.Г. Каюмов и др. М., 2013. 28 с.

18. Arango J., Cundiff L.V., Van Vleck L. Dale. Comparisons of Angus-, Braunvieh-, Chianina-, Hereford-, Gelbvieh-, Maine Anjou-, and Red Poll-sired cows for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score // Journal of Animal Science. 2002. Vol. 80. P. 3133-3141.

19. Beef heifer growth and reproductive performance following two levels of pasture allowance during the fall grazing period / B.L. Bailey, T.C. Griggs, E.B. Rayburn, K.M. Krause // Journal of Animal Science. 2014. Vol. 92. P. 3659-3669. doi:10.2527/jas2013-7121.

20. Ozkaya S., Bozkurt Y. The accuracy of prediction of body weight from body measurements in beef cattle // Archiv fur Tierzucht. 2009. 4(52). P. 371-377.

21. Comparison of body measurements of beef cows of different breeds / S. Bene, B. Nagy, L. Nagy, B. Kiss, J.P. Polgár, F. Szabó // Archiv fur Tierzucht. 2007. Vol. 4(50). P. 363-373.

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. 89123589617, e-mail: nick.gerasimov@rambler.ru

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

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

Рябов Николай Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий 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 24 мая 2018 года

UDC 636.06:636.084.1

Gerasimov Nikolai Pavlovich, Kayumov Foat Galimovich, Tretyakova Ruzia Foatovna, Ryabov Nikolai Ivanovich

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

Conformation of bulls representing different genotypes in correlation with the level of feeding

Summary. Measurements of the body in beef cattle are characterized by relatively low variability under the influence of environmental factors in comparison with the live weight and a high correlation with productivity provides the breeders with additional opportunities for more accurate assessment, selection and creation of animals with the desired phenotype. The purpose of the research was to study the formation of the conformation of Kalmyk bulls and its hybrids with Red Angus of American breeding in correlation with the feeding level and evaluation of linear measurements efficiency in the breeding process. For the purpose of the experiment, the experimental groups were formed from the newborn bulls according to their origin: Group I – Kalmyk breed, Group II – crosses F_1 Red Angus×Kalmyk, Group III – crosses F_2 Red Angus×Kalmyk. I test was conducted on 3 groups with intensive rearing level after weaning, II test – on analogues by origin with moderate feeding. The cross-sectional groups of bulls were characterized by a larger conformation relative to purebred peers. Organization of control bulls rearing at different feeding levels did not influence the rank of young animals' distribution according to linear measurements. The variability of body measurements was determined by 0.79-2.79 % due to the intensity of the ration at rearing. Correlation analysis showed a strong rectilinear relationship between linear and weight growth regardless of the feeding level ($r=0.70-0.72$). As a result, linear models were obtained allowing the calculation of the live weight of the bulls based on the linear measurements being studied at the age of 15 months. Determination coefficients of the presented models depending on the growth rate were 0.80-0.83 units, which makes it possible to predict the weight growth index with high accuracy.

Key words: bulls, Kalmyk breed, Red Angus, American breeding, bulls feeding level, linear measurements of bulls, live weight of bulls, bulls' productivity, bulls' genotype, desired phenotype.

УДК 636.082.22/28.083.13

Метод чистопородного разведения по линиям в совершенствовании казахского белоголового скота

Ш.А. Макаев¹, Р.Ш. Тайгузин², А.В. Фомин³, С.А. Сарыбаев³

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

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

³ СПК «Племзавод «Красный Октябрь»

Аннотация. Представлены результаты применения способа освежения крови при чистопородном разведении на эффективность сочетаемости быков-производителей заводского типа «Димитровский» со старыми структурными элементами стада СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области.

В процессе селекционно-племенной работы со стадом установлено, что линейные полновозрастные коровы от быков димитровского типа превышают средний показатель по стаду живой массы сверстниц на 23,6 кг ($P>0,999$), молочности – 5,1 кг ($P>0,999$), оценки по экстерьеру и телосложению – 0,4 балла ($P>0,999$), а продолжительность между отёлами снижают на 7,5 суток ($P>0,999$). В итоге из анализа в 2016 г. данных бонитировки 608 коров димитровской селекции 376 голов удовлетворяют требованиям классов элита и элита-рекорд.

Варианты подбора родительских пар по разному влияют на величину показателей признаков отбора животных. При осеменении коров линий Короля, Смычка, Замка спермой быков-производителей заводской линии Кристалла 745к получены наивысшие показатели, превышающие стандарт породы живой массы на 7,7-13,4 %, молочности – 17,8-23,3 %, оценки по экстерьеру и телосложению – 5-9 % и продолжительности межотёльного периода – 2,4-4,2 % соответственно.

Доказано, что целеустремлённый отбор и подбор генотипов с желательными параметрами породных качеств будут способствовать накоплению в стадах животных с высокой наследуемостью селекционируемых признаков.

Ключевые слова: коровы, способ освежения крови, заводские линии, казахская белоголовая порода, отбор и подбор, осеменение коров.

Введение.

Одним из основных направлений «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг.» является стратегия развития мясного животноводства в Российской Федерации [1, 2]. На сегодняшний день уровень производства говядины не соответствует научным нормам питания людей [3].

Увеличение производства говядины как одна из ведущих задач современного животноводства выдвигает необходимость дальнейшего развития специализированного мясного скотоводства [4, 5].

В настоящее время в странах СНГ разводят 13 пород и типов мясного скота, из них казахская белоголовая занимает наибольший удельный вес (66,6 %). Поэтому от её существования полностью зависит развитие отрасли мясного скотоводства и соответственно объём производства высококачественной говядины [6].

Незаменимые для разведения в экстремальных природно-климатических условиях животные казахской белоголовой породы отличаются выносливостью, неприхотливостью к кормам, высокой адаптационной пластичностью, хорошей оплатой корма приростом живой массы как при откорме, так и нагуле, высокой мясной скороспелостью [7].

Одним из основных факторов интенсификации мясного скотоводства в современных условиях страны является целенаправленная селекционно-племенная работа с казахским белоголовым скотом. Эффективным методом совершенствования породы является разведение по линиям. Он

основан на установленном практикой явлении повышения устойчивости в передаче наследственных качеств отдельными животными своему потомству, а также изыскания новых приёмов и средств повышения продуктивности мясного скота и организации лучшего использования племенного поголовья [8, 9].

Требования к современному мясному скоту – увеличение долгорослости, повышение молочности являются неотъемлемыми признаками селекции при совершенствовании стада по крупности животных.

Внедрение в животноводство ДНК-технологий позволяет изучить гены-маркеры животных, которые контролируют и прогнозируют важные функции у скота, такие как рост, качество мяса, молочность, выявлять наследственные заболевания в молодом возрасте, резистентность к болезням и другие продуктивные особенности организма.

Использование методов популяционной генетики позволяет контролировать генетическую ситуацию в племенных стадах, осуществлять ранний отбор ремонтного молодняка и прогнозировать эффективность селекции [10, 11].

По итогам 2016 года в Российской Федерации было комплексно оценено 562 тысячи животных мясного направления продуктивности, в том числе 54704 головы казахской белоголовой породы или 9,73 %. По состоянию на 01.01.2017 года племенная база мясного скотоводства страны представлена 42 племенными заводами и 206 племенными репродукторами. Из них на долю казахской белоголовой породы крупного рогатого скота приходится 54 племенных хозяйства, в том числе 13 племзаводов и 41 племенной репродуктор [12].

Кроме того, для руководства и оказания помощи в селекционно-племенной работе в племенных хозяйствах России по регионам Приказом Минсельхоза России от 9 декабря 2016 г. № 54 (срок действия Свидетельства о регистрации – 5 лет, код № 563803402080, Серия ПЖ77 № 008084) создан при ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН «Селекционный центр (ассоциация) по казахской белоголовой породе крупного рогатого скота».

Цель исследования.

Изучить эффективность сочетаемости линий заводского типа «Димитровский» в совершенствовании продуктивных и племенных качеств казахского белоголового скота методом чистопородного разведения.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Группа племенных быков заводских линий заводского типа «Димитровский», завезённых для воспроизводства стада из ООО «Племзавод «Димитровский» Оренбургской области на станцию «Искусственного осеменения коров» СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области и стадо племенных животных отделения № 1 племзавода.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями 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. Экспериментальная часть совершенствования продуктивных и племенных качеств животных казахской белоголовой породы методом чистопородного разведения по линиям проводилась в хозяйственных условиях племенного завода «Красный Октябрь» Волгоградской области в период 1995-2016 гг.

Покрытие линейных полновозрастных коров осуществлялось по плану подбора спермой быков-производителей заводского типа «Димитровский» ректоцервикальным способом в течение 2-3 месяцев. Регулярно изучалась эффективность сочетаемости родительских пар для составления вариантов, улучшающих подбор генотипов. Рост и развитие животных определялись по данным их взвешивания от рождения до 15 мес., перед случкой, в последующие возрастные периоды: 2 года, 3 года,

5 лет и старше. Селекционно-генетическая оценка проводилась по наивысшему показателю данных бонитировок живой массы коров, молочности, продолжительности межотёльного периода, оценки по экстерьеру и телосложению, высоты в крестце и степени сочетаемости линий и родственных групп. В проведении анализа исследований использовалась информационная автоматизированная система «Оценка племенной ценности КРС мясного направления продуктивности» (ИАС «ОПЦ КРС»), разработанная специалистами ФГБНУ ВНИИМС. Оценка и отбор линейных животных проводились согласно требованиям инструкции «Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности» [13]. Использовалась документация племенного и зоотехнического учётов животных.

Оборудование и технические средства. Для определения типа телосложения и линейных промеров использовали инструменты: циркуль Вилькенса, измерительная палка Лидтина, мерная лента, механические (в помещениях) и электронные (на пастбищах) весы для взвешивания животных в разные периоды их жизни.

Статистическая обработка. Данные проведённых исследований обрабатывались биометрически с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft» США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США) [14].

Результаты исследований.

Согласно данным происхождения животных бонитировки мясного скота 2016 года коровы стада принадлежали к трём заводским линиям заводского типа «Димитровский»: Забвенного 1291к – 81 голова (10,5 %), Золотого 3423к – 350 голов (45,5 %), Кристалла 745к – 177 голов (23,0 %) и местной селекции – 162 головы (21,0 %) (табл. 1).

Мониторинг применения способа «Освежение крови» метода чистопородного разведения в совершенствовании хозяйственно-племенных качеств мясного скота показал, что средняя живая масса полновозрастных коров от завезённых быков димитровского типа составляет $543,9 \pm 1,94$ кг при коэффициенте изменчивости признака $C_v = 8,8$ %, что превышает стандарт породы на 23,9 кг или 4,6 %, и среднюю живую массу сверстниц стада – на 23,6 кг или 4,5 % ($P > 0,999$). Следует отметить, что из общего числа испытанных кроссов заводских линий 87,7 % удовлетворяют по массе тела коров требованиям I класса и выше. В то же время показатель величины живой массы линейных коров варьирует в зависимости от вариантов подбора родительских пар от $484,6 \pm 5,43$ кг (Забвенный 1291к × Золотой 3423к, $n = 30$) до $589,5 \pm 7,37$ кг (Кристалл 745к × Король 13628, $n = 14$), при очень малом коэффициенте изменчивости признака – 4,7-6,8 % соответственно.

Из показателей средней живой массы полновозрастных линейных коров самый высокий отмечен у потомков родоначальника заводской линии Кристалла 745к. Они превышают на 13,7 кг или 2,5 % ($P > 0,999$) сверстниц из линии Забвенного 1291к и Золотого – на 4,7 кг или 0,9 % ($P > 0,99$) при высокой достоверности разниц.

Молочность, определённая по живой массе телят в возрасте 205 дней, в среднем по стаду составила $195,7 \pm 1,11$ кг, что превышает стандарт породы на 25,7 или 15,1 %. При этом линейные коровы димитровской селекции имели средний показатель молочности $197,5 \pm 1,01$ кг, что выше стандарта породы на 10,7 кг или 6,8 % и сверстниц стада – на 1,8 кг или 0,9 %.

Разница между максимальным и минимальным средними показателями молочности коров составила 12,0 кг или 6,2 % ($P > 0,999$). Максимальная была у коров заводской линии Кристалл 745к $205,0 \pm 2,01$ кг, $C_v = 13,0$ %, соответственно они превосходили сверстниц заводских линий: Забвенного – на 4,4 кг или 2,2 % ($P > 0,99$), Золотого – на 12,0 кг или 6,2 % ($P > 0,999$) и стада – на 9,3 кг или 4,8 % ($P > 0,999$).

Таблица 1. Показатели живой массы и молочности линейных коров при освежении крови быками заводского типа «Димитровский» ($\bar{x} \pm S_x$)

Кличка и индивидуальный номер родоначальника линии		п	Признаки отбора					
Отца	Матери		живая масса, кг			молочность, кг		
			X	±S _x	C _v , %	X	±S _x	C _v , %
Забвенный 1291к	Золотой 3423к	30	484,6	5,43	6,8	202,1	2,72	7,4
	Кристалл 745к	20	586,8	9,21	7,0	204,8	4,60	10,0
	Задорный 1325к	12	566,1	7,03	4,3	185,7	3,51	6,5
	Замок 3035к	11	553,7	8,75	5,2	210,1	4,38	3,1
	Король 13628	3	536,1	10,36	3,3	200,2	5,18	4,5
	Пион 29к	5	538,9	4,93	2,0	189,9	3,03	3,6
Итого по линии Забвенного 1291к		81	536,5***	2,92	4,9	200,6***	1,83	8,2
Золотой 3423к	Забвенный 1291к	49	540,8	2,89	3,7	195,8	1,97	7,0
	Кристалл 745к	50	585,5	3,24	3,9	197,1	1,89	6,8
	Замок 3035	79	540,2	6,18	10,1	194,7	3,09	14,1
	Смычок 5545к	67	540,3	3,59	5,4	197,6	1,86	7,7
	Задорный 1325к	83	533,1	4,96	8,5	183,7	2,35	11,6
	Король 13628	6	540,9	8,71	3,9	200,3	4,35	5,3
	Пион 29к	13	543,4	5,25	3,5	190,6	2,78	5,2
	Памир10к	3	572,7	3,67	1,1	184,5	2,96	2,8
	Итого по линии Золотого 3423к		350	545,5**	2,59	8,9	193,0***	1,35
Кристалл 745к	Задорный 1325к	45	515,5	4,83	6,3	198,2	2,96	10,0
	Золотой 3423к	25	549,2	5,67	5,2	203,6	3,13	7,7
	Пион 29к	15	551,8	4,89	3,4	196,9	2,59	5,0
	Памир10к	10	545,3	3,29	1,9	193,7	2,68	4,4
	Замок 3035к	48	559,8	5,89	7,3	209,6	3,27	10,8
	Смычок 5545к	20	580,2	3,61	2,8	212,9	1,95	4,1
	Король 13628	14	589,5	7,37	4,7	208,8	3,81	6,8
	Итого по линии Кристалла 745к		177	550,2***	3,89	9,4	205,0***	2,01
Всего по типу		608	543,9	1,94	8,8	197,5	1,01	12,6
Итого по стаду отд. № 1		770	520,3	1,79	9,5	195,7	1,11	15,7
Показатели типа к стаду, %		79,0	4,5			2,6		
к стандарту породы, %			4,6			14,7		

Примечание: * – $P > 0,95$; ** – $P > 0,99$; *** – $P > 0,999$, кросс линий со средним показателем живой массы заводской линии: Забвенного×Золотого ($n=30$) – 484,6 кг; Золотого×Задорного ($n=83$) – 533,1 кг; Кристалла×Задорного ($n=45$) – 515,5 кг; молочности Забвенного×Задорного ($n=12$) – 185,7 кг; Золотого×Задорного ($n=83$) – 183,7 кг; Кристалла×Памира ($n=15$) – 196,9 кг

При кроссах заводских линий высокими показателями молочности достоверно выделялись коровы Смычка – 212,9 кг, Кристалла – 204,8 кг, Замка – 210,1 кг, которые превосходили стандарт породы на 27,9 кг (15,1 %), 25,1 кг (13,5 %) и сверстниц стада – на 17,2-14,6 кг (8,8-7,3 %) соответственно. Исследованиями установлено, что увеличение отъемной живой массы телят от крупных коров может быть объяснено двумя причинами – наследуемостью этого качества и более высокой молочностью таких матерей. О значении молочности свидетельствует коэффициент корреляции между живой массой коров и массой их телят при отъеме – $0,36 \pm 0,14$. Корреляционная связь между живой массой полновозрастных коров и массой их потомков в 15-месячном возрасте колебалась значением от $0,101 \pm 0,070$ до $0,196 \pm 0,061$. Уменьшение живой массы телят от матерей с очень высокой живой массой (более 650 кг), очевидно, связано с ожирением коров, которое обычно сопровождается уменьшением размера молочных желез и снижением молочности.

Оценка коров по экстерьеру и телосложению, определённая оценкой форм их наружных частей тела по 100 балльной шкале и обмером высоты в крестце, в некоторой степени даёт возможность судить о мясной продуктивности и племенных качествах скота (табл. 2). Показатель оценки экстерьера коров по линиям варьировал с разницей максимальных и минимальных величин в 2,4 балла или 12,9 % ($P>0,999$). Самая высокая оценка линейных коров по экстерьеру и телосложению была у потомков линии Кристалла – $21,0 \pm 0,09$ балла ($n=177$, $C_v=13,0$ %). Они превосходили по данному признаку отбора сверстниц линий Золотого, Забвенного и стада соответственно на 0,4; 2,4 и 1,4 балла или 1,9; 12,9 и 7,1 % с высокой достоверностью.

Таблица 2. Показатели оценки по экстерьеру и телосложению и межотёльного периода линейных коров при освежении крови быками заводского типа «Димитровский»

Кличка и индивидуальный номер родоначальника линии		n	Признаки отбора					
Отца	Матери		оценка по экстерьеру и телосложению, балл			межотёльный период, суток		
			X	±S _x	C _v ,%	X	±S _x	C _v ,%
Забвенный 1291к	Золотой 3423к	30	20,1	0,21	5,7	407,5	16,22	21,8
	Кристалл 745к	20	22,6	0,27	5,8	402,5	10,34	11,5
	Задорный 1325к	12	18,7	0,23	4,3	420,3	7,69	6,3
	Замок 3035к	11	20,2	0,18	3,0	400,9	9,72	8,0
	Король 13628	3	21,0	0,98	8,1	400,3	6,73	2,9
	Пион 29к	5	20,9	1,01	10,8	381,6**	7,99	4,7
Итого по линии Забвенного 1291к		81	20,6***	0,18	7,8	405,4***	8,87	19,7
Золотой 3423к	Забвенный 1291к	49	19,8	0,29	10,2	405,8	8,29	14,3
	Кристалл 745к	50	18,7	0,31	11,7	408,1	4,78	8,3
	Замок 3035	79	19,7	0,35	15,8	400,3	5,67	12,6
	Смычок 5545к	67	18,0	0,28	12,7	416,3	4,97	9,8
	Задорный 1325к	83	17,3	0,14	7,4	428,3	6,93	14,7
	Король 13628	6	17,9	0,21	2,9	399,4	3,87	2,4
	Пион 29к	13	18,6	0,17	3,3	374,0	5,07	4,9
	Памир10к	3	18,6	0,19	3,7	406,0	4,27	1,8
	Итого по линии Золотого 3423к	350	18,6***	0,12	12,1	410,9**	4,79	21,8
Кристалл 745к	Задорный 1325к	45	20,9	0,21	6,7	421,3	7,83	12,5
	Золотой 3423к	25	22,0	0,19	4,3	410,2	4,63	5,6
	Пион 29к	15	21,1	0,18	3,3	385,6	5,13	5,2
	Памир10к	10	20,0	0,22	3,6	400,3	6,17	4,9
	Замок 3035к	48	20,3	0,21	7,2	397,8	7,82	13,6
	Смычок 5545к	20	21,8	0,29	5,9	387,9	3,97	4,6
	Король 13628к	14	21,4	0,31	5,4	391,1	3,01	2,9
	Итого по линии Кристалла 745к	177	21,0***	0,09	5,7	402,8***	4,72	15,6
Всего по типу	608	20,0***	0,07	8,6	407,8	1,79	10,8	
Итого по стаду отд. № 1	770	19,6	0,10	14,1	415,3	2,68	17,9	
Показатели типа к стаду, %	79,0	2,0			1,8			
к стандарту породы, %		11,1			3,0			

Примечание: * – $P>0,95$; ** – $P>0,99$; *** – $P>0,999$, разница показателей оценки экстерьера и телосложения между линии и сочетаемости линии: Забвенного×Задорного, ($n=12$) – 18,7 балла; Золотого×Задорного ($n=83$) – 17,3 балла; Кристалла×Памира ($n=10$) – 20,0 балла; Заводская линия Кристалла с показателем типа ($n=608$) – 20,0 балла; по МОП показатель кросса Забвенного×Пиона ($n=5$) – 381,6 суток с показателем по линии Забвенного; линия Забвенного со стадом ($n=81$) – 405,4 суток; Золотого ($n=350$) – 410,9 суток, Кристалла ($n=177$) – 402,8 суток

МОП является важным экономическим критерием воспроизводительной способности коров. В наших исследованиях установлено, что показатели межотёльного периода генотипов колеблются от $374,0 \pm 5,07$ (Золотого×Пиона) до $428,3 \pm 6,93$ (Золотого×Задорного) суток и разница между ними составляет 54,3 суток или 14,5 % ($P > 0,999$). Продолжительность между отёлами коров линий Кристалла 745к меньше, чем у сверстниц линий Забвенного 1291к, Золотого 3423к и стада соответственно на 2,6; 8,1 и 5,0 суток ($P < 0,95$). Выход телят на 100 коров по стаду составляет 86,3 %, что ниже на 3,2 %, чем у генотипов заводского типа «Димитровский» казахской белоголовой породы.

Оценка коров по комплексу признаков проводилась согласно данным бонитировок животных мясного направления по 100 балльной шкале. Анализ показателей результатов проведённых исследований показал, что из общего числа полновозрастных линейных коров стада 413 голов были отнесены к высшим классам элита и элита-рекорд, в т. ч. по линиям: Забвенного – 48 голов (11,6 %), Золотого – 214 (51,8 %), Кристалла – 114 (27,6 %) и местной селекции – 37 (8,9 %), а остальное поголовье – к I классу в количестве 357 голов и было распределено соответственно 9,2; 38,1; 17,6 и 35,0 %.

Согласно данным бонитировки 2016 г., племенные коровы нового типа по живой массе, молочности (205 дней) и оценки экстерьера и телосложения превышают требования стандарта породы. Наивысшей живой массой характеризуются коровы заводской линии быка-производителя Кристалла 745к. Они достаточно выгодно отличаются от стада своими показателями продуктивности: живой массы – на 29,9 кг и молочности – 9,3 кг. По оценке экстерьера и конституции коровы димитровского типа превосходят аналогов местной селекции в возрасте I отёла на 5,8 балла, II отёла – 5,3 и III отёла и старше – на 6,9 балла или на 7,7; 6,6 и 8,5 % соответственно.

При кроссировании линий характерными особенностями для потомков Кристалла являются долгорослость и высокая живая масса во взрослом состоянии. Наивысшей живой массы они достигают в возрасте 7-8 лет (580,5 кг). Линейные взрослые коровы отличаются самой высокой молочностью (205,0 кг) и короткой продолжительностью между отёлами (402,8 суток).

Кросс линий показал разнообразие животных по признакам продуктивности в каждом сочетании родительских пар в отдельности. Степень изменчивости селекционируемых признаков у животных одной и той же группы – разная. Коэффициент вариации (C_v) живой массы коров варьировал от 1,1 до 10,1%, молочности – 2,8-13,1, оценки экстерьера и телосложения – 2,9-15,8 и продолжительности межотёльного периода (МОП) – 1,8-21,8 %. Такая изменчивость показателей признаков отбора имеет большое значение при подборе родительских пар в совершенствовании продуктивных и биологических качеств животных стада.

Обсуждение полученных результатов.

Живая масса является комплексным показателем, характеризующим рост, развитие и продуктивные качества мясного скота. Как показывают результаты наших исследований, крупным животным и их потомству свойственна более высокая интенсивность роста. Изменение средних показателей живой массы по годам служит наглядной иллюстрацией состояния племенной работы с породой [15]. Повышение живой массы является, как правило, следствием улучшения развития животных, достаточной обеспеченностью и нормальными условиями кормления и содержания, совершенствования системы отбора и подбора. На фоне более высокой живой массы возрастает эффективность повышения наследственности признаков и формирования животных желательного типа [16, 17].

Важно ещё отметить, что телята от более крупных коров к отёму имеют высокую живую массу [18, 19].

Учёными ВНИИМС методом чистопородного разведения по линиям усовершенствованы многие мясные породы крупного рогатого скота [20-27]. Были созданы новые заводские линии, типы и породы продуктивности мясного направления.

Наиболее наглядно представлены достоверные показатели селекционируемых признаков линейных коров, полученных на основе применения способа «освежение крови» метода чистопородного разведения, с использованием семени быков-производителей заводского типа «Димитровский» в стаде племенных коров племзавода «Красный Октябрь».

В результате проведённых исследований установлено, что селекционный дифференциал живой массы между коровами стада в начале опыта (1995 г.) и коровами димитровской популяции составил $S=58,9$ кг, молочности – 30,8 кг, оценки экстерьера и телосложения – 7,0 баллов, МОП – 46,2 суток и селекционный эффект эксперимента ($R = h^2 \cdot S$, где h^2 – коэффициент наследуемости признака и S – селекционный дифференциал) – соответственно 26,5 кг; 9,2 кг; 4,2 балла и 4,6 суток.

Влияние линейных быков димитровского типа на показатели продуктивных и племенных качеств животных было не одинаково. При этом скрещивание коров с производителями заводской линии Кристалла 745 было более значимым, чем с производителями других линий нового типа.

Выводы.

Использование линейных быков-производителей заводского типа «Димитровский» способом «освежение крови» метода чистопородного разведения по линиям в стадах казахского белоголового скота других регионов мясного скотоводства будет способствовать обогащению генеалогической структуры породы высокопродуктивными, технологичными генотипами и обеспечит получение дополнительной продукции.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0010)

Литература

1. Ушачев И. О проекте Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы // АПК: экономика, управление. 2012. № 1. С. 3-13.
2. Вступительное слово Президента Российской Федерации Д.А. Медведева на заседании президиума Государственного совета Российской Федерации «О мерах по ускоренному развитию мясного животноводства как приоритетного направления обеспечения продовольственной безопасности России» 13 июля 2010 г. [Электронный ресурс] url: <http://www.kremlin.ru>.
3. Мысик А.Т. Развитие животноводства в мире и России // Зоотехния. 2015. № 1. С. 2-5.
4. Амерханов Х.А. Перспективы развития мясного скотоводства России в XXI веке. М., 2001. 72 с.
5. Мирошников С.А. Отечественное мясное скотоводство: проблемы и решения // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64(3). С. 7-13.
6. Макаев Ш.А. Методы совершенствования казахской белоголовой породы и создание её комолого типа: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Оренбург, 2002. 43 с.
7. Акопян К.А. У истоков мясного скотоводства в СССР // Проблемы мясного скотоводства: тр. ВНИИМС. Оренбург, 1972. Вып. 16. С. 20-50.
8. Эйсер Ф.Ф. Некоторые вопросы изучения наследственности сельскохозяйственных животных // Животноводство. 1965. № 11. С. 15-21.
9. Красота В.Ф., Джапаридзе Т.Г., Костомахин Н.М. Разведение сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 2005. 424 с.
10. Рост, развитие и гематологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы и её двух-, трёхпородных помесей / И.И. Мамаев, Х.Х. Тагиров, Р.С. Юсупов, И.В. Миронова // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 2. С. 2-4.
11. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий: монография / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Д.А. Ранделин, А.К. Натиров, Б.К. Болаев, О.А. Суторма. Элиста: Калм. гос. ун-т., 2015. 250 с.
12. Состояние мясного скотоводства в Российской Федерации // Ежегодник по племенной работе в мясном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2016 год) / И.М. Дунин, Х.А. Амерханов, Г.Ф. Сафина и др. М.: Изд-во ФГБНУ ВНИИплем, 2017. С. 3-16.

13. Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Х.А. Амерханов, И.М. Дунин, В.И. Шаркаев и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 37 с.
14. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.
15. Макаев Ш.А. План селекционно-племенной работы со стадом казахской белоголовой породы скота СТ КСП племзавода «Красный Октябрь» на 1996-2000 гг. Оренбург, 1996. 130 с.
16. Левантин Д.А. Теория и практика повышения мясной продуктивности в скотоводстве. М.: Колос, 1966. 408 с.
17. Племенное дело в животноводстве / Л.К. Эрнст, Н.А. Кравченко, А.П. Солдатов, В.А. Коваленко, Д.Т. Винчук. М.: Агропромиздат, 1987. 286 с.
18. Макаев Ш.А. Взаимосвязь между некоторыми хозяйственно-полезными признаками казахского белоголового скота // Проблемы мясного скотоводства: тр. ВНИИМС. Оренбург, 1974. Т. 17. С. 22-26.
19. Макаев Ш.А., Гонтюров В.А. Племенная работа с казахской белоголовой породой скота в племрепродукторе ОПХ «Буртинское» // Вестник мясного скотоводства. 2005. Вып. 58. Т. II. С. 207-209.
20. Шипилов В.С. Физиологические основы профилактики бесплодия коров. М.: «Колос», 1977. 336 с.
21. Середин В.А. Биотехнология воспроизводства в скотоводстве: учеб. пособие. Нальчик: ИЦ «Эль-Фа», 2004. 472 с.
22. Тайгузин Р.Ш., Макаев Ш.А. Кроссы заводских линий в совершенствовании скота казахской белоголовой породы // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 3(91). С. 12-19.
23. Волгоградский тип абердин-ангусского скота / В.И. Левахин, В.В. Калашников, Х.А. Амерханов, И.Ф. Горлов, Ш.А. Макаев, А.В. Ранделин, И.С. Бушуев, Н.И. Кавзалов, Е.С. Горбрых. М.-Волгоград, 2005. 151 с.
24. Хозяйственно-биологические особенности новой мясной породы крупного рогатого скота «Русская комолая» / И.Ф. Горлов, В.И. Левахин, Ш.А. Макаев, А.В. Ранделин, Н.И. Кавзалов, А.И. Беляев, Г.И. Левахин, Е.С. Горбрых. М.-Волгоград, 2007. 94 с.
25. Дагаев М.М., Рябухин Е.Н., Наводченко М.В. Закладка заводских линий шортгорнского скота мясного типа // Проблемы мясного скотоводства: тр. ВНИИМС. Оренбург, 1970. Вып. 15. Ч. I. С. 48-59.
26. Панюшкин А.Н., Грузинов А.А. Заводские линии Азота ч-21, НаМ – 5 и Ассистента 1727, НаМ – 6 в племзаводе им. Парижской коммуны // Проблемы мясного скотоводства: тр. ВНИИМС. Оренбург, 1970. Вып. 15. Ч. I. С. 121-137.
27. Макаев Ш.А. Казахский белоголовый скот племенного совхоза им. Димитрова и пути его совершенствования: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Алма-Ата, 1973. 20 с.

Макаев Шакур Ахмеевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный 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

Тайгузин Рамиль Шамильевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ветсанэкспертизы и фармакологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, тел.: 8(3532)68-97-10, e-mail: Ramil-WSE@mail.ru

Фомин Алексей Викторович, председатель СПК «Племзавод «Красный Октябрь», 404236, Волгоградская область, Палласовский район, п. Красный октябрь, ул. Школьная 11, тел.: 8(844)92-61-744, 8(844)92-66-189, e-mail: plemjavod@rambler.ru

Сарыбаев Салават Азаматович, главный зоотехник-селекционер СПК «Племзавод «Красный Октябрь», 404236, Волгоградская область, Палласовский район, п. Красный октябрь, ул. Школьная 11

Поступила в редакцию 17 мая 2018 года

UDC 636.082.22/28.083.13

Makaev Shakur Akhmeevich¹, Tayguzin Ramil Shamilevich², Fomin Alexey Viktorovich³, Sarybayev Salavat Azamatovich³

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

²FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: RamilWSE@mail.ru

³Agricultural Production Co-operative «Breeding farm «Krasny Oktyabr», e-mail: plemjavod@rambler.ru

Purebred breeding by lines for the improvement of Kazakh white-headed cattle

Summary. The results of application of blood refreshment at purebreeding on the efficiency of combining former breeding type «Dimitrovsky» with the old structural elements of the herd of the «Multiplication farm «Krasny Oktyabr» in the Volgograd region are presented.

In the process of selection and breeding work with the herd, it was established that line full-aged cows from Dimitrov bulls exceed the average indicator of herd according to live weight by 23.6 kg ($P>0.999$), milk yield – 5.1 kg ($P>0.999$), assessment of the exterior and constitution – 0.4 points ($P>0.999$), and the duration between calvings is reduced by 7.5 days ($P>0.999$). As a result, analyzing the assessment data of 2016 including 608 cows of Dimitrov's breeding, 376 animals meet the requirements of the elite classes and the elite record.

Options for the selection of parental pairs in different ways affect the magnitude of indicators of signs of selection of animals. During the insemination of cows of lines King, Castle with the semen of sires of line Crystal 745k, the highest values were obtained, exceeding the standard according to the live weight by 7.7-13.4%, milk yields – 17.8-23.3 %, assessment of exterior and constitution – 5-9 % and the duration of calving interval – 2.4-4.2 % respectively.

It has been proved that purposeful selection and selection of genotypes with desirable breeding parameters will contribute to the accumulation of animals with high inheritance of the selected traits in the herds.

Key words: cows, blood refreshment, breeding lines, Kazakh white-headed breed, breeding and selection, insemination of cows.

УДК 632.082

**Показатели роста и развития молодняка разных генотипов при оценке их отцов
по качеству потомства**

М.Д. Кадышева¹, С.Д. Тюлебаев¹, С.М. Канатпаев², А.В. Пуцаева²

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

² ООО «Совхоз Брединский»

Аннотация. В статье изложены результаты исследования по выявлению лучших сочетаний использования быков-производителей мясных симменталов канадской селекции на тёлках симменталов брединского мясного типа. I группа была представлена потомками быка Рэмбо 105888518 канадской селекции, II – потомками быка Рикардо 106314782 канадской селекции и III – потомками быка брединского мясного типа Салют 1223. Приводятся результаты оценки некоторых кроссов в сравнении с контролем. Оценивается влияние быков-производителей канадской селекции на процесс наращивания живой массы по периодам роста молодняка. Дана характеристика роста и развития бычков разных генотипов до 15-месячного возраста. Представлены показатели живой массы, среднесуточного прироста, относительной скорости роста, коэффициент увеличения живой массы.

Наилучшей живой массой характеризовались потомки быка Салют 1223. Они превосходили по живой массе в 8 мес. сверстников I группы на 18,3 кг ($P<0,001$), II – на 25,1 кг ($P<0,001$). Абсолютный прирост живой массы за весь период выращивания до 15 мес. был достаточно высоким у потомков всех трёх быков-производителей. В итоге живая масса всех исследуемых групп во все возрастные периоды отвечала требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд.

Результаты проведённых исследований являются частью реализации оценочной программы племенного скота, в частности, бычков по собственной продуктивности и их отцов – трёх быков-производителей по качеству потомства. Все оценённые бычки по собственной продуктивности были отнесены к классу элита-рекорд и определены на ремонт стада ООО «Совхоз Брединский» Челябинской области.

Наивысший показатель по комплексному индексу установлен у быков Салют 1223 – 101,4 и Рэмбо 105888518 – 101,1. По качеству потомства эти быки-производители не уступали друг другу и стали улучшателями.

Приводятся результаты оценки по собственной продуктивности бычков, отобранных для ремонта стада симменталов брединского мясного типа.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, быки-производители, потомки, бычки, мясные симменталы, живая масса, собственная продуктивность, комплексный индекс.

Введение.

В целом развитие отечественного мясного скотоводства соответствует принципам и задачам, намеченным при разработке «Концепции устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2020 года», и определяется основными положениями «Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года».

Производство говядины в отечественном мясном скотоводстве за период с 2008 по 2015 год увеличилось с 62,3 до 451,4 тыс. тонн в убойной массе или в 7,2 раза. В ближайшие два года ожидается рост производства еще на 99,1 тыс. тонн. поголовье скота, воспроизводимого по технологии «корова-телёнок», за этот период увеличилось в 5,4 раза.

Одним из важных решений государственной политики в области развития мясного скотоводства на период до 2030 года является устойчивый рост в первую очередь маточного поголовья мясного скотоводства, повышение объёмов и качества производства говядины, разработка и реализация новых принципов племенной работы в мясном скотоводстве, обоснованных передовыми достижениями науки и техники, развитие породных ассоциаций [1].

Улучшение продуктивных и племенных качеств крупного рогатого скота ведётся в основном путём отбора и использования для воспроизводства стада лучших быков-производителей, в то же время, есть понимание того, что лучшая генетика на сегодняшний день сконцентрирована за рубежом. Использование для одноразового прилития крови канадских быков-производителей для совершенствования типа, а также выявление лучших кроссов с отечественными матками – актуальная задача. Ежегодно в хозяйстве проверяется не менее 3 быков-производителей.

Цель исследования.

Выявление лучших кроссов канадских быков-производителей с матками брединского мясного типа по показателям роста и развития, оценка бычков по собственной продуктивности, быков-производителей по качеству потомства, определение их комплексного индекса.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки от рождения до 15-месячного возраста.

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. Опыт проводили в период 2015-2017 гг. в ООО «Совхоз Брединский» Брединского района Челябинской области, который является племзаводом по разведению симментальского скота брединского мясного типа.

Тёлок симменталов брединского мясного типа линии Фараона осеменили быком-производителем Салют 1223, принадлежащим к линии Спартана 10Y, и быками-производителями мясных симменталов канадской селекции Рембо 105888518 и Рикардо 106314782. Из полученного молодняка по принципу групп-аналогов с учётом породы, возраста, пола, живой массы и клинического состояния были сформированы три группы бычков по 16 голов в каждой: I группа состояла из потомков Рембо 105888518, II – потомков Рикардо 106314782, III – Салюта 1223. Животные содержались по технологии, принятой в мясном скотоводстве, на подсосе под матерями до 8-месячного возраста. Рационы подвергались незначительным изменениям в зависимости от имеющихся в хозяйстве кормов и периода выращивания и состояли из сена, на ранних этапах – лугового, позже – костра безостого, в период от 8 до 15 мес. доля сена составляла в общей питательности рациона от 11 до 13 %, силоса кукурузного – 9-11 %, сенажа (ячмень-горох-овёс) – 11-14 %, трав принятого в хозяйстве зелёного конвейера (люцерна, суданка, овёс, ячмень-горох) – 12-14 %, доля кормов составляла около 50 %. Рационы были составлены из расчёта 1700 корм. ед. за период на 1 бычка при 20000 МДж обменной энергии. На 1 кг корм. ед. приходилось 108-112 г переваримого протеина.

После отъёма от матерей опытных бычков перевели в помещение с выгульным двором, приспособленное под испытательную станцию, где у всех были одинаковые условия кормления и содержания. На выгульном дворе установили кормушки для грубых и концентрированных кормов, доступ к воде был свободным. Кроме того, для отдыха молодняка оборудовали курган. Внутри помещения была глубокая несменяемая подстилка, которая периодически обновлялась сверху свежей соломой. Микробиологические процессы, проходящие в слое несменяемой подстилки, положительно влияли на создание тёплого логова для животных.

Живую массу новорождённых телят учитывали путём взвешивания в первые 36 часов их жизни. Изучение роста живой массы производилось взвешиванием животных ежемесячно в одну и ту же дату до утреннего кормления. По результатам взвешивания вычислялись абсолютная и относительная скорость роста (по формуле С. Броди).

Абсолютная скорость роста вычислялась по формуле:

$$D = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1},$$

где D – абсолютный прирост за единицу времени;

W_1 – начальная живая масса;

W_2 – конечная живая масса;

t_2 и t_1 – промежуток времени между первым и вторым взвешиванием.

Относительная скорость роста (K) вычислялась по формуле С. Броди:

$$K = \frac{W_2 - W_1}{0,5(W_2 + W_1)} \cdot 100 \%$$

Коэффициент увеличения живой массы:

$$K_p = W_n / W_p,$$

где K_p – коэффициент роста, %;

W_n – живая масса животного в отдельные периоды, кг;

W_p – живая масса при рождении, кг.

Оборудование и технические средства. При взвешивании скота использовались платформенные весы ВПС (Россия). Весы ВПС соответствуют требованиям ГОСТ OML R76-1-2011 и предназначены для взвешивания крупного рогатого скота.

В исследовании использовались материалы зоотехнического племенного учёта стада симменталов мясного типа.

Статистическая обработка. Полученный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Е.К. Меркурьева, 1964) на персональном компьютере с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США) [2].

Результаты исследований.

Живая масса является одним из основных хозяйственно-полезных признаков продуктивности животных в мясном скотоводстве, характеризующих рост, развитие и мясные качества (табл. 1).

Таблица 1. Динамика живой массы подопытных бычков, кг

Возраст, мес.	Группа					
	I		II		III	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v
Новорождённые	32,8±0,34	4,20	32,2±0,38	4,71	32,3±0,40	5,02
8	268,3±2,62	3,90	261,5±2,50	3,83	286,6±3,73	5,21
12	386,7±1,98	2,05	376,1±2,54	2,70	394,0±3,01	3,06
15	482,2±2,30	1,91	459,2±1,79	1,56	490,2±2,71	2,21
Абсолютный прирост 0-15	449,4±2,20	1,96	427,0±1,66	1,56	457,9±2,54	2,22

Анализ полученных данных показывает, что живая масса новорождённых бычков во всех подопытных группах была практически одинаковой. К отъёму телят от матерей в 8-месячном возрасте бычки всех исследуемых групп хорошо росли и развивались и по живой массе отвечали требованиям класса элита-рекорд. При этом наилучшей живой массой в этом возрасте отличались потомки быка Салют 1223 (III группа). Они превосходили по живой массе в 8 мес. сверстников I группы на 18,3 кг ($P < 0,001$), II группы – на 25,1 кг ($P < 0,001$). Эта же особенность по живой массе сохранилась у молодняка до конца выращивания (15 мес.).

После отъёма бычки были поставлены на оценку по собственной продуктивности, а их отцов, быков-производителей, оценивали по качеству потомства.

Существует высокая коррелятивная связь между интенсивностью роста и оплатой корма, формами телосложения и мясной продуктивностью, методикой допускается проведение оценки быков в производственных условиях без учёта затрат кормов за период испытания и без контрольного убоя животных [3-5]. В нашем исследовании учёт затрат кормов не вели.

При одинаковых условиях кормления и содержания скота продуктивность определяется генотипом.

В годовалом возрасте вследствие наследственных особенностей животных разных генотипов в конкретных условиях внешней среды наибольшей живой массой обладали потомки быка Салют 1223 (III группа). Так, они превосходили по живой массе в 12 мес. сверстников II группы на 17,9 кг ($P<0,001$), I группы – на 7,3 кг ($P<0,05$). Потомки быка Рембо 105888518 (I группа) по живой массе в 12 мес. превосходили аналогов II группы на 10,6 кг ($P<0,01$).

К концу оценки молодняка по собственной продуктивности по живой массе в 15 мес. потомки быка Рембо 105888518 (I группа) опережали сверстников II группы на 23,0 кг ($P<0,001$) и уступали по этому показателю аналогам III группы на 8,0 кг ($P<0,05$).

В итоге, абсолютный прирост живой массы за весь период выращивания был достаточно высоким у потомков всех трёх быков-производителей. При этом наилучшим валовым приростом живой массы характеризовались потомки быка Салют 1223 (III группа) – 457,9 кг, наименьший показатель установлен у потомков быка Рикардо 106314782 (II группа) – 427,0 кг. Промежуточное положение по этому показателю занимали потомки быка Рембо 105888518 (I группа) – 459,2 кг.

Анализ динамики роста бычков разных генотипов показал, что живая масса всех исследуемых групп во все возрастные периоды отвечала требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд.

Выявленные групповые различия по живой массе бычков обусловлены интенсивностью роста в определённые возрастные периоды (рис. 1).

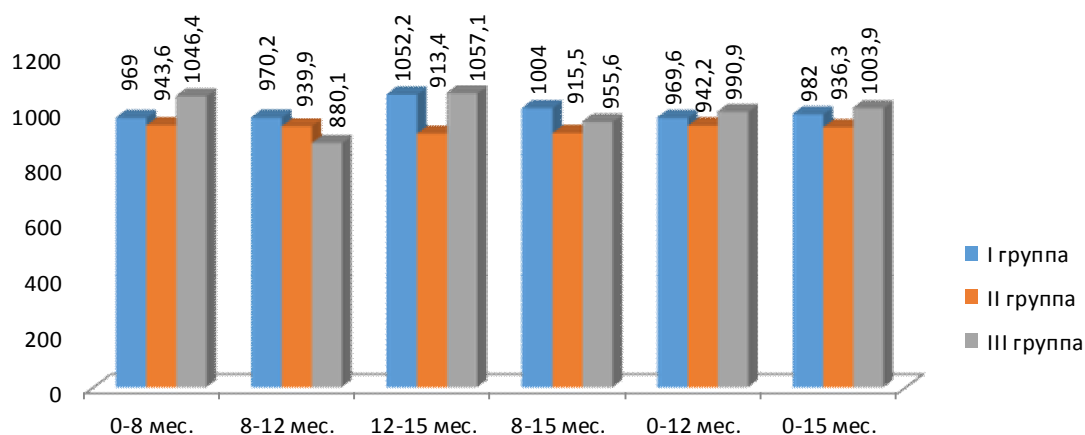


Рис. 1 – Среднесуточный прирост живой массы бычков по периодам роста, г

Генетические особенности бычков и высокая молочность коров-матерей способствовали получению к отъёму и постановке на оценку молодняка с высокой живой массой – 261,5-286,6 кг.

При отъёме от матерей бычки всех подопытных групп характеризовались высокой энергией роста – 943,6-1046,4 г.

Максимальной энергией роста за подсосный период отличились потомки быка Салют 1223 (III группа). Так, они превосходили по среднесуточному приросту живой массы сверстников I группы на 77,4 г ($P<0,001$), II группы – на 102,8 г ($P<0,001$). Наименьший среднесуточный прирост за подсосный период установлен у потомков быка Рикардо 106314782 (II группа). Промежуточное положение по этому показателю занимали потомки быка Рембо 105888518 (I группа).

В послеотъёмный период, который совпал с осенним периодом года, наблюдался своеобразный расклад среднесуточного прироста по отдельным группам молодняка. Сыновья быка Рембо 105888518 (I группа) за период с 8 до 12 мес. стабильно сохранили интенсивность роста. А во II и III группах бычков за этот период произошло снижение среднесуточного прироста, видимо, на них больше сказался отъём от матерей, изменение рациона кормления. В этот период преимущество по среднесуточному приросту было на стороне бычков I группы. Так, они превосходили по этому показателю сверстников II группы на 30,3 г ($P<0,05$). При этом за период с 8 до 12 мес. отмечено рез-

кое снижение среднесуточного прироста в группе сыновей Салюта 1223 (III группа). Так, они за данный период по среднесуточному приросту уступали сверстникам I группы на 90,1 г ($P<0,001$), II группы – на 59,8 г ($P<0,01$).

С возрастом интенсивность роста животных разных групп изменился. За период с 12 до 15 мес. по среднесуточному приросту потомки быков Салюта 1223 (III группа) и Рембо 105888518 (I группа) не уступали друг другу и показали наивысший результат за весь период выращивания до 15 мес. – 1052,2-1057,1 г. Самый маленький среднесуточный прирост за период с 12 до 15 мес. наблюдался у потомков быка Рикардо 106314782 (II группа). Так, они уступали по этому показателю аналогам I группы на 138,8 г ($P<0,001$), III группы – на 143,7 г ($P<0,001$).

Несколько в другом ракурсе о характере напряжённости роста можно судить по величине относительной скорости роста (табл. 2).

Таблица 2. Относительная скорость роста бычков, %

Группа	Возрастной период, мес.			
	0-8	8-12	12-15	8-15
I	156,4	36,1	22,0	57,0
II	156,1	36,0	19,9	54,9
III	161,9	31,6	21,8	52,4

Установлено, что и по относительной скорости роста за подсосный период преимущество было на стороне сыновей быка Салют 1223 (III группа). Они превосходили сверстников I группы на 5,5 % ($P<0,05$), II группы – на 5,8 % ($P<0,05$).

После отъёма от матерей, за период оценки молодняка по собственной продуктивности с 8 до 15 мес. по интенсивности роста сыновья быка Рембо 105888518 (I группа) опередили сверстников II и III групп. Так, они по относительной скорости превосходили аналогов II группы на 2,1 % ($P<0,05$), III группы – на 4,6 % ($P<0,001$).

Сравнительную характеристику скорости роста животных даёт расчёт коэффициента увеличения живой массы (рис. 2). Как видно, этот показатель зависит от величины живой массы и представляет собой отношение живой массы на соответствующий возраст к живой массе этого животного при рождении. Наибольшим коэффициентом увеличения живой массы во все исследуемые моменты возраста характеризовались потомки быка Салют 1223 (III группа). Так, они превосходили по этому показателю в 15 мес. сверстников I группы на 0,49 ($P<0,05$), II группы – на 0,91 ($P<0,001$).

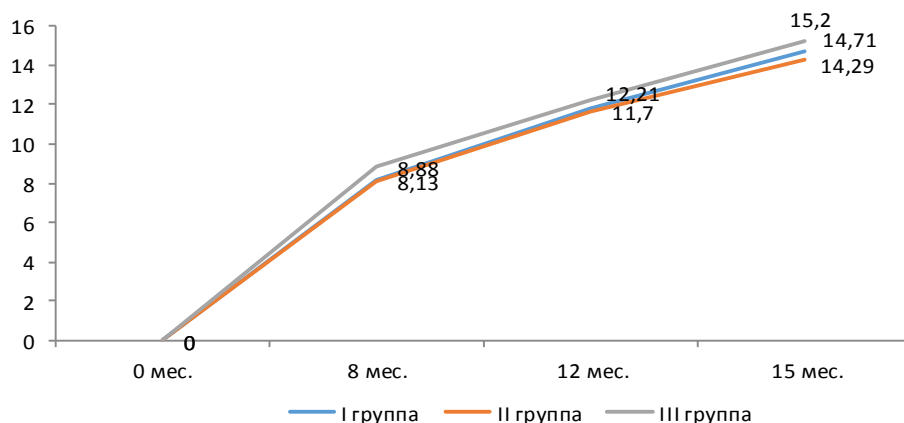


Рис. 2 – Коэффициент увеличения живой массы бычков с возрастом

Анализ полученных данных свидетельствует, что средний показатель интенсивности роста бычков при оценке их по собственной продуктивности был достаточно высоким – 958,4 г (табл. 3). При этом лучшие результаты показали потомки быка Рембо 105888518 (I группа) – 1004,0 г.

Таблица 3. Результаты оценки быков по качеству потомства

Число голов	Живая масса в 8 мес., кг	Живая масса в 15 мес. возрасте		Среднесуточный прирост		Оценка мясных статей		Выраженность типа телосложения		Всего баллов	Класс	Комплексный индекс
		кг	индекс	кг	индекс	балл	индекс	балл	индекс			
I группа												
16	268,3	482,2	101,0	1004,0	104,7	58,6	99,6	19,1	99,1	39,0	элита-рекорд	101,1
II группа												
16	261,5	459,2	96,2	915,5	95,5	58,3	99,2	19,0	98,6	38,0	элита-рекорд	97,4
III группа												
16	286,6	490,2	102,7	955,6	99,7	59,5	101,2	19,6	102,0	38,4	элита-рекорд	101,4
В среднем по всем бычкам												
16	272,1	477,2	100	958,4	100	58,8	100	19,2	100	38,4	элита-рекорд	100

Минимальный среднесуточный прирост за период оценки был установлен в группе потомков быка Рикардо 106314782 (II группа) – 915,5 г. По энергии роста за период оценки промежуточное положение занимали сыновья быка Салют 1223 (III группа). Так, они за период 8-15 мес. по среднесуточному приросту уступали сверстникам I группы на 48,4 г ($P < 0,01$) и превосходили аналогов II группы на 40,1 г ($P < 0,05$).

В итоге нашего исследования за период оценки бычков по собственной продуктивности, полученных от трёх быков-производителей, установлено, что быки Салют 1223 и Рембо 105888518 являются улучшателями.

Комплексный индекс по качеству потомства у испытуемых быков-производителей Салют 1223 составил 101,4 и Рембо 105888518 составил 101,1. По комплексному индексу между этими двумя быками-производителями существенной разницы не установлено. А у быка Рикардо 106314782 отмечен комплексный индекс меньше 100. При этом у потомков Рикардо 106314782 выявлены бычки за период оценки по собственной продуктивности с комплексным индексом выше 100 и с интенсивностью роста более 900 г в сутки.

Оценка бычков по собственной продуктивности и племенным качествам быков-производителей имеет исключительно важное значение для селекционно-племенной работы в скотоводстве. Она позволяет выявить лучших животных для ремонта собственного стада [5].

Организация оценки молодняка по собственной продуктивности и быков-производителей по качеству потомства позволила хозяйству отобрать на ремонт собственного стада высокопродуктивных бычков (табл. 4).

Анализ полученных данных свидетельствует о достаточно высоком уровне продуктивных качеств бычков всех исследуемых групп.

Таблица 4. Бычки, отобранные для ремонта стада

Но- мер быч- ка	Живая масса в 8 мес., кг	Живая масса в 15 мес.		Среднесуточ- ный прирост 8-15 мес.		Оценка мясных форм		Выражен- ность типа телосложе- ния		Комплексный индекс	Всего баллов	Класс
		кг	индекс	г	индекс	балл	индекс	балл	индекс			
Рембо 105888518												
5737	254	475	99,5	1037	108,2	60	102,0	20	104,0	103,4	40	элита- рекорд
5761	260	488	102,3	1070	111,6	60	102,0	20	104,0	105,0	40	элита- рекорд
5765	286	501	105,0	1009	105,3	60	102,0	20	104,0	104,1	40	элита- рекорд
5809	263	480	100,6	1019	106,3	60	102,0	20	104,0	103,2	40	элита- рекорд
5817	265	480	100,6	1009	105,3	60	102,0	20	104,0	103,0	40	элита- рекорд
Рикардо 106314782												
5201	274	477	99,9	953	99,4	60	102,0	20	104,0	101,3	38	элита- рекорд
5221	267	465	97,4	929	96,9	60	102,0	20	104,0	100,1	38	элита- рекорд
Салют 1223												
6225	283	490	102,7	972	101,4	60	102,0	20	104,0	102,5	38	элита- рекорд
6251	281	490	102,7	981	102,3	60	102,0	20	104,0	102,7	38	элита- рекорд
6507	291	500	104,8	981	102,0	60	102,0	20	104,0	103,3	38	элита- рекорд
6523	279	501	105,0	1042	108,7	60	102,0	20	104,0	104,9	40	элита- рекорд
6525	279	494	103,5	1009	105,3	60	102,0	20	104,0	103,7	40	элита- рекорд

Обсуждение полученных результатов.

Создавая оптимальные условия кормления и содержания молодняку, можно выявить потенциальные возможности генотипа и сопоставить их относительно быков [6-8].

Бычки разного генотипа, находясь в одинаковых условиях кормления и содержания, внешней среды, вследствие разного генетического потенциала росли и развивались не ровно. Использование быков-производителей симменталов канадской селекции Рембо 105888518 и Рикардо 106314782 на тёлках симментал брединского мясного типа показало неоднозначные результаты. Влияние быков-производителей канадской селекции на продуктивность потомства было не одинаково, это говорит о сочетаемости отцов и матерей. При этом использование быка Рембо оказалось более продуктивным, на это указывают результаты оценки его сыновей по собственной продуктивности и испытание самого быка по качеству потомства, он стал улучшателем с комплексным индексом 101,1. А бык Рикардо 106314782 при испытании по качеству потомства показал комплексный индекс 97,4 и достоверно уступал по этому показателю быкам-производителям Рембо 105888518 и Салют 1223.

Возможно, следовало бы быка-производителя Рикардо 106314782 испытать на маточном поголовье других линии брединского мясного типа, например, Кип-ит-клейна или Адольфа, где возможно выявилась бы лучшая сочетаемость.

В целом по стаду организация оценки молодняка по собственной продуктивности и быков-производителей по качеству потомства имеет большое значение для совершенствования стада симменталов брединского мясного типа племзавода ООО «Совхоз Брединский».

Наши исследования подтверждают высокий генетический потенциал мясной продуктивности симментальского молодняка различных генотипов [9-15].

Выводы.

Таким образом, результаты испытания быков-производителей по качеству потомства указывают на достаточно высокую стабильную продуктивность их сыновей, живая масса которых в 15-месячном возрасте соответствовала классу элита-рекорд. Отнесение всех без исключения потомков оцениваемых быков к высшему классу элита-рекорд позволяет нам сделать вывод о ценности всех изучаемых генотипов. В то же время, нами выявлен положительный кросс от использования семени быка-производителя Рембо 105888518, потомство которого показало продуктивность более высокую, нежели потомство альтернативного канадского быка Рикардо 106314782

По индексной оценке выявлены и признаны улучшателями два быка-производителя. По результатам оценки бычков по собственной продуктивности отобрали 12 племячков по комплексу признаков для дальнейшего совершенствования симментальского скота брединского мясного типа.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0007)

Литература

1. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года» / Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников, Р.В. Костюк, И.М. Дунин, Г.П. Легошин // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 7-13.
2. Меркурьева Е.К. Биометрия в животноводстве. М.: Колос, 1964. 311с.
3. Прахов Л.П. Оценка быков мясных пород по качеству потомства и испытание бычков по интенсивности роста, оплате корма, мясным формам: метод. указания. М., 1972. 18 с.
4. Ворожейкин А.М. Отечественный опыт оценки быков-производителей мясных пород по качеству потомства // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(3). С. 117-122.
5. Порядок и условия оценки быков-производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомства: метод. указания / Х.А. Амерханов и др. М., 2013. 28 с.
6. Оценка племенных качеств быков разных генотипов / М.Д. Кадышева, С.С. Польских, С.Д. Тюлебаев, С.М. Канатпаев, И.Б. Нурписов, В.Г. Литовченко // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 2. С. 21-23.
7. Состояние аллельных форм генов CAPN1, CAST и сочетаемость разных линий в популяции брединского мясного типа симменталов / С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, С.М. Канатпаев, В.Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 52-57.
8. Оценка симментальских бычков брединского мясного типа по собственной продуктивности / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, С.М. Канатпаев, А.В. Пуцаева // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 22-27.
9. Динамика роста и развития бычков симменталов Брединского мясного типа / М.Д. Кадышева, С.М. Канатпаев, С.Д. Тюлебаев, С.Г. Генов, С.Ш. Туржанов // Известия Оренбургского аграрного университета. 2012. № 5(37). С. 106-108.
10. Кадышева М.Д. Результаты оценки симментальских бычков разных генотипов по собственной продуктивности // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 4(12). С. 48-49.

11. Тюлебаев С.Д., Канатпаев С.М., Кадышева М.Д. Рост и развитие симментальских бычков различных генотипов // Вестник мясного скотоводства. 2001. Вып. 60. Т. I. С. 286-291.
12. Особенности роста симментальских бычков в условиях содержания по технологии мясного скотоводства / С.Д. Тюлебаев, Л.З. Мазуровский, М.Д. Кадышева, В.Г. Литовченко // Зоотехния. 2013. № 5. С. 19-20.
13. Нурписов И., Тюлебаев С., Плохих Н. Влияние генотипа на продуктивность бычков // Животноводство России. 2009. № 6. С. 47.
14. Экстерьерно-конституциональные показатели симментальских тёлочек в динамике / В.Г. Литовченко, М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, Ф.Г. Каюмов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6(44). С. 104-106.
15. Мясная продуктивность кастратов казахской белоголовой породы и её помесей с симменталами и шароле / В.И. Косилов, Х.Х. Тагиров, Р.С. Юсупов, А.А. Салихов // Зоотехния. 1999. № 1. С. 25-28.

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 Джаксылыкович, 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

Канатпаев Сабет Мухтарович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ООО «Совхоз Брединский», 457340, Челябинская область, Брединский район, п. Маяк, ул. Борьбы, 1, тел.: 8(35141)3-54-62

Пушаева Алёна Валерьевна, зоотехник-селекционер ООО «Совхоз Брединский», 457340, Челябинская область, Брединский район, п. Маяк, ул. Борьбы, 1, тел.: 8-919-326-21-46

Поступила в редакцию 5 апреля 2018 года

UDC 632.082

**Kadysheva Marwat Dusangaliyevna¹, Tyulebaev Sayasat Zhaksylykovich¹,
Kanatpaev Sabet Mukhtarovich², Pushchaeva Alena Valerievna²**

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

² LLC «Sovkhoz Bredinsky»

Indicators of growth and development of young animals of different genotypes when assessing their fathers by the quality of progeny

Summary. The article contains the results of a study on the identification of the best combinations for use of Simmental stud bulls of Canadian breeding on the Simmental heifers of Bredinsky beef type. Group I was represented by the progeny of the Rambo bull 105888518 of Canadian breeding, II – by the progeny of the Ricardo bull 106314782 of Canadian breeding and III – by the progeny of the bull of the Bredinsky beef type bull Salyut 1223. The results of the evaluation of some crosses in comparison with the control are specified. The influence of stud bulls of Canadian breeding on the body weight increasing by the growth periods of young animals is estimated. Characteristics of the growth and development of bull calves of different genotypes up to 15 months of age are given. The indicators of body weight, average daily gain, relative growth rate and the body weight increase index are presented.

The progeny of the Salyut 1223 were characterized by the best body weight. They outnumbered the body weight at 8 months of herdmates of the Group I by 18.3 kg ($P<0.001$), II – by 25.1 kg ($P<0.001$). Absolute gain of body weight for the entire breeding period up to 15 months was quite high among the progeny of all three stud bulls. As a result the body weight of all studied groups in all the age periods met the requirements of the higher appraising elite record class.

The results of conducted studies are part of implementation of the breeding cattle evaluation program, in particular, offspring's quality. All estimated bull calves, according to their own productivity, were assigned to the elite record class and were determined for replacement of the herd of LLC «Sovkhoz Bredinsky», Chelyabinsk region.

The highest complex index was established for Salyut 1223 – 101.4 and for Rambo 105888518 – 101.1. By the quality of progeny these stud bull did not concede to each other and became improvers.

The results of the own productivity evaluation of bulls selected for replacement of Simmentals of the Bredinsky beef type herds are presented.

Key words: cattle, stud bulls, progeny, bull calves, Simmental beef cattle, body weight, own productivity, complex index.

УДК 636.082.4

Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы мясного скота методом интербридинга

И.Н. Хакимов¹, В.С. Григорьев¹, Р.М. Мударисов²

¹ ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

² ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»

Аннотация. Совершенствование скота герефордской породы с использованием достижений канадских селекционеров является актуальной задачей в нашей стране, так как ими создан крупный тип животных данной породы, обладающий высокой продуктивностью. Целью наших исследований является улучшение экстерьерных признаков и продуктивности животных стада методом интербридинга с использованием быков герефордской породы канадской селекции. Экстерьерные различия и их развитие оценены методом сравнения аналогичных групп тёлочек и бычков, полученных от быков канадской и местной селекций. Установлено, что молодняк, полученный от канадских быков, обладал в большей степени экстерьером, характерным для мясных животных, в период новорождённости и в возрасте 18 месяцев. Животные характеризовались большими высотными (высота в холке и крестце), широтными (ширина груди, маклоках) промерами, глубокой грудью. Преимущество потомков импортных быков сохранилось и по развитию промеров в период от рождения до 18 месяцев. Превосходство по изменению высоты в холке потомков импортных быков у тёлочек составило от 1,30 до 6,50 %, бычков – от 1,20 до 2,50 %. По развитию ширины в груди превосходство составляло 2,30-11,20 % у тёлочек и 3,20-4,40 % – у бычков, по полуобхвату зада тёлочки, полученные от канадских быков, имели преимущество на 3,34-5,42 %, а бычки – на 2,50-5,42 %. Следовательно, быков канадской селекции, целесообразно использовать для улучшения экстерьера и мясных форм животных герефордской породы.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, молодняк КРС, мясная порода, герефордская порода, канадская селекция, экстерьер, изменение промеров.

Введение.

Увеличение объёма производства говядины возможно за счёт повышения численности мясного скота и интенсификации производства. Определяющее значение в развитии отрасли отводится генетическому потенциалу разводимых пород. За последние годы достигнуты значительные успехи в селекционной работе с герефордской породой – созданы комолые типы уральский герефорд и дмитриевский, для выведения которых использовались быки импортной селекции, созданы высокопродуктивные племенные хозяйства на основе применения метода «освежение крови» [1-5]. В то же время для совершенствования скота отечественной селекции недостаточно широко используются возможности интербридинга с вовлечением генетического потенциала выдающихся животных импортных пород. Герефордский скот, разводимый в хозяйствах Самарской области, по своим экстерьерным показателям несколько уступает животным, разводимым в лучших племенных хозяйствах страны [6-8]. В связи с этим изучение вопроса о возможности использования быков герефордской породы канадской селекции для улучшения экстерьера и продуктивных качеств герефордского скота в данном регионе является актуальным и этому посвящены наши исследования.

Цель исследования.

Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы местных стад путём использования быков канадской селекции.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Телята герефордской породы, полученные от быков отечественной и канадской селекций.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulation 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. Научно-хозяйственные опыты были проведены на физиологически здоровых телятах в племенном репродукторе по разведению герефордской породы мясного скота ООО «К.Х. Полянское» Самарской области.

Для улучшения экстерьера и мясных качеств животных стада племенного репродуктора были отобраны лучшие канадские быки, неоднократные победители и призёры выставок и аукционов мясного скота.

Неоднократный победитель различных выставок, таких, как Expo Voeuf и Brome Fair, бык Вайд Лoad 391W при рождении в 2009 г. имел живую массу 36 кг. При отъёме живая масса составила 398 кг, а в возрасте одного года – 637 кг. В своей генеалогической линии имеет выдающихся предков. От отца матери Starbuck он унаследовал и стойко передаёт отличный экстерьер, рост и прекрасные мясные качества своему потомству.

Бык-производитель Аппер Кат 20U при рождении в 2008 г. имел живую массу 38 кг. У него живая масса при отъёме составила 360 кг, а в годовалом возрасте – 611 кг. От всех быков выделяется лёгкостью отёлов коров, обладал отличным экстерьером и прекрасными приростами потомства.

Производитель Абсолют 49S родился в 2006 г. с живой массой 42 кг. При отъёме от матери имел живую массу 314 кг, а в возрасте 1 года – 526 кг, при среднесуточном приросте до годовалого возраста 1326 г. Имел выдающийся экстерьер, стойко передавал свои качества потомству. Отличался высоким ростом и большим обхватом груди.

Телята были получены от коров одного возраста – третьим отёлом, в течение одного месяца (в конце декабря-начале января). Все бычки и тёлочки находились в одинаковых условиях кормления и содержания в зависимости от пола.

Молодняк был распределён по 8 группам: в 1 и 5 группы входили тёлочки и бычки (19 и 34 головы соответственно) – потомки быка Вайд Лoad 391W; в 2 и 6 группы вошли тёлочки и бычки (19 и 21 голова) – потомки быка Абсолют 49S; в 3 и 7 группы (25 и 23 головы) – потомки быка Аппер Кат 20U; в 4 и 8 группы (20 и 19 голов) были включены потомки отечественных быков, которые служили контрольными животными.

Для оценки особенностей экстерьера животных разных групп были взяты промеры: высота в холке и крестце, ширина груди и в маклоках, обхват пясти и груди, полуобхват зада, косая длина туловища и глубины груди в период новорождённости и в возрасте 18 месяцев.

Оборудование и технические средства. Высотные промеры, ширина и глубина груди, косая длина туловища были измерены с помощью мерной палки Лидтина, ширина в маклаках циркулем Вилькенса, обхват пясти, полуобхват зада и обхват груди – с помощью мерной ленты.

Статистическая обработка. Полученные в опытах цифровые данные обработаны методом вариационной статистики по Е.К. Меркурьевой (1983) и Г.Ф. Лакину (1990) с вычислением биометрических констант на персональном компьютере с применением офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Критерий достоверности разницы определяли по таблице Стьюдента.

Результаты исследований.

Особенности экстерьера и различия между животными исследуемых групп установлены в период новорождённости и в 18-месячном возрасте. По промерам в период новорождённости у бычков и тёлочек достоверных различий выявлено не было. Тем не менее потомки канадских быков уже при рождении были более крупными, выше в холке и в крестце, у них была шире и глубже грудь. В возрасте 18 месяцев по высоте в холке дочери быка Вайд Лoad 391W имели преимущество над показателями тёлочек контрольной группы на 2,9 см (2,48 %, $P<0,05$), а дочери быка Аппер Кат 20U превосходили контрольных тёлочек на 2,3 см (1,97 %, $P<0,05$), преимущество дочерей быка Абсолют 49S составило 1,90 см ($P<0,05$). Разность по высоте в крестце между 1 группой и контрольной равнялась 2,80 см (2,30 %), животные 3 группы превосходили контроль на 2,30 см, достоверность разницы в обоих сравнениях – $P<0,05$. Тёлки, дочери быков импортной селекции, превосходили своих сверстниц из контрольной группы по широтным промерам. По ширине груди преимущество тёлочек 1 группы составило 3,0 см (7,85 %, $P<0,05$), 2 группы – 1,70 см (4,45 %, $P<0,05$). Дочери быка Вайд Лoad 391W имели более глубокую грудь – на 2,70 см ($P<0,01$), тёлочки 2 группы – на 2,2 см ($P<0,01$), а дочери быка Аппер Кат 20U – на 2,5 см (3,72 %, $P<0,01$). Более развитая грудь в ширину и глубину дочерей импортных быков обусловила их достоверное превосходство по обхвату груди (173,3±1,11; 172,8±1,23; 173,0±1,21 и 168,2±1,26 см соответственно) подопытных групп. По длине туловища достоверных различий между группами не установлено, при незначительном превосходстве потомков канадских быков. Животные, полученные методом интербридинга, отличались более развитой задней частью, о чём свидетельствуют промеры полуобхвата зада и ширины в маклоках. У тёлочек 1 группы полуобхват зада был больше, чем у тёлочек контрольной группы на 5,20 см ($P<0,01$), 2 группы – 3,60 см ($P<0,05$), 3 группы – на 4,20 см или на 6,72 %, $P<0,05$. По ширине в маклоках животные 1 группы превосходили молодняк контрольной группы на 2,90 см ($P<0,001$). Тёлки-дочери канадского быка Абсолют 49S по этому показателю превосходили контрольных тёлочек на 2,40 см ($P<0,01$), а дочери быка Аппер Кат 20U – на 6,72 % ($P<0,001$).

Взятые промеры бычков в возрасте 18 месяцев свидетельствуют о хорошем развитии мясных форм молодняка герефордской породы в хозяйстве. Наблюдается положительное влияние канадских быков на экстерьер полученного молодняка. Наибольшую высоту в холке имели сыновья быка Вайд Лoad 391W. У них этот показатель составлял 125,30 см, что на 3,00 см больше промера контрольной группы ($P<0,01$), у потомков быка Абсолют 49S он был выше показателя молодняка контрольной группы на 2,50 см ($P<0,05$), а сыновья производителя Аппер Кат 20U имели высоту 125,00 см, что на 2,21 % выше, чем у потомков отечественных быков ($P<0,01$). Максимальный показатель по высоте в крестце был у бычков 5 группы – 129,3 см, что на 4,0 см больше, чем у бычков контрольной группы ($P<0,01$). Преимущество других групп по этому показателю составило 3,10 и 3,50 см соответственно ($P<0,05$) по сравнению с контрольной группой животных. При сравнении 5 и 8 групп установлена достоверная разность по ширине груди – 2,10 см ($P<0,001$). По данному показателю бычки 6 группы не достоверно превосходили восьмую группу на 2,40 %. Потомки быка Аппер Кат 20U при сравнении по ширине груди были предпочтительнее бычков контрольной группы на 1,70 см ($P<0,01$).

Самая глубокая грудь была у сыновей быка Вайд Лoad 391W – 64,60 см, что больше промера контрольных бычков на 2,50 см (4,02 %, $P<0,001$), преимущество других групп соответственно составило 1,60 ($P<0,05$) и 2,00 см ($P<0,01$).

Преимущества по ширине и глубине груди сыновей импортных быков обусловили достоверное превосходство по обхвату груди. Самое длинное туловище было у животных 5 группы – 141,3 см, что больше на 3,30 см, чем у молодняка контрольной группы ($P<0,05$), по полуобхвату зада их преимущество было 5,20 см ($P<0,05$). По этому показателю превосходство (2,49 и 3,73 %) у представителей других групп было не достоверно. Животные 5 группы отличались большей шириной в маклоках – 46,10 см, на 2,80 см больше ($P<0,001$), чем у бычков контрольной группы. Превосходство бычков 6 группы ($P<0,01$) составило 1,70 см, а бычков 7 группы ($P<0,001$) – 2,30 см. По обхвату пясти достоверной разности между группами не было установлено.

Изучение развития животных по линейным промерам показало, что рост молодняка был не одинаковым, о чём свидетельствуют коэффициенты изменения линейных промеров (рис. 1).

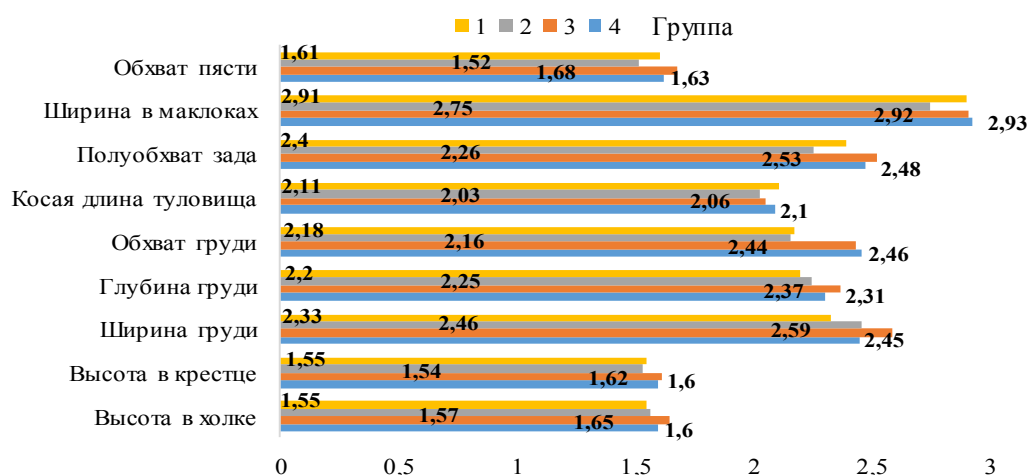


Рис. 1 – Коэффициенты изменения линейных промеров тёлочек от рождения до 18 месяцев

Анализируя изучаемые показатели, можно констатировать, что у тёлочек в ходе роста и развития большую скорость имеют широтные промеры: ширина в маклоках изменилась от 2,75 до 2,93 раза, ширина груди – от 2,33 до 2,59 раза у животных разных групп. Высотные промеры возрастают с меньшей скоростью: высота в крестце – от 1,54 до 1,62 раза, высота в холке – от 1,55 до 1,65 раза. Также значительными были изменения глубины и обхвата груди. Более медленно изменялась длина туловища животных.

С сохранением аналогичной тенденции прослеживалось развитие промеров бычков (рис. 2). Анализ полученных данных показывает, что по интенсивности роста промеров преимущественно отличались бычки 5 и 6 групп, превосходящие животных контрольной и 1 групп по развитию высоты в холке, крестце, ширины, обхвата и глубины груди, полуобхвата зада. Одинаково изменились промеры животных 6, 7 и 8 групп по ширине в маклоках. Практически идентичное изменение промеров животных всех групп наблюдается по обхвату пясти и ширине в маклоках. У бычков-сыновей канадских быков коэффициент изменения обхвата пясти составил 1,68 раза, а потомков отечественных быков – 1,67 раза.

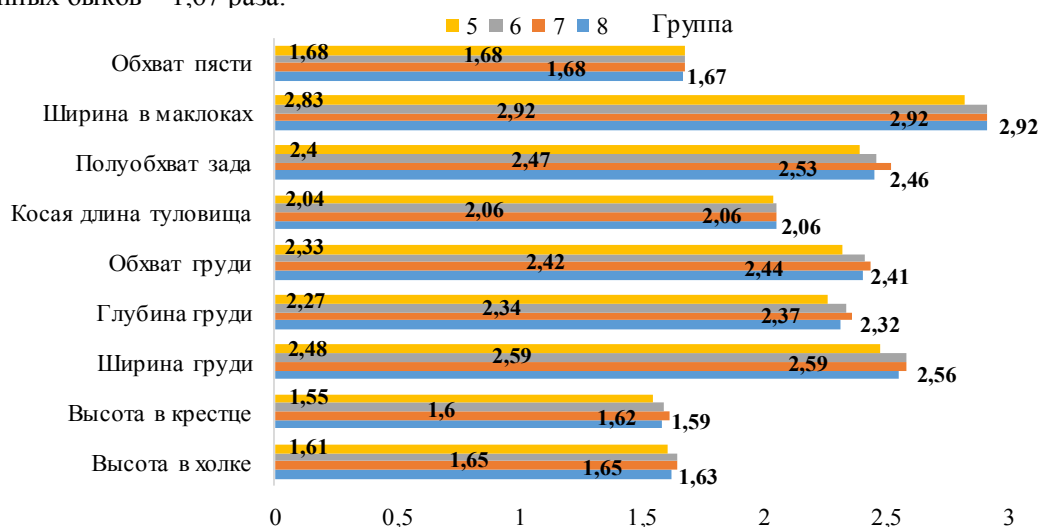


Рис. 2 – Коэффициенты изменения линейных промеров бычков от рождения до 18 месяцев

Бычки 5 группы, несмотря на то, что имеют самые большие величины промеров, в то же время по коэффициентам изменения промеров уступают животным других групп по большинству показателей.

Обсуждение полученных результатов.

Интербридинг – это приём чистопородного разведения, который направлен на устранение отрицательных последствий инбридинга (родственного разведения) или длительного однородного подбора в пределах одного стада, хозяйства, то есть популяции. При этом используются производители той же породы, но выращенные в другой географической зоне или неродственного стада. В результате получают здоровое, конституционально крепкое потомство с обогащённым генотипом и повышенной гетерозиготностью организма. Применяя этот метод, можно добиться так называемого «географического гетерозиса» и получить хорошие результаты.

Экстерьерная и сопряжённая с ней весовая дифференциация особей внутри отдельных стад обеспечивает селекционеров необходимым материалом для совершенствования популяций животными желательного типа в ходе селекционного процесса. Постоянно улучшая экстерьерные показатели, можно добиться значительного увеличения весовых кондиций мясного скота. В связи с этим улучшению экстерьера мясных животных должно уделяться самое пристальное внимание селекционеров. Использование достижений канадских селекционеров, получивших герефордов, обладающих крупным форматом и высокой продуктивностью, является необходимым приёмом улучшения животных данной породы у нас в стране.

В настоящее время для дальнейшего развития герефордской породы поставлена задача – получение и разведение животных крупного формата телосложения, с широким и растянутым туловищем, обеспечивающими высокую живую массу. Учёные К.М. Джуламанов и М.П. Дубовскова, основываясь на изучении особенностей экстерьера, интерьера, скорости весового и линейного роста, выделяют несколько внутривидовых типов герефордской породы – компактный, средний и высокорослый, отмечают повышенную продуктивность высокорослого типа [9]. В связи с этим они предлагают вести отбор с учётом двух признаков одновременно «живая масса+высота в крестце», что будет способствовать более быстрому увеличению параметров селекционных признаков у следующего поколения.

Исследований по улучшению племенных и продуктивных качеств мясного скота отечественной селекции, используя генетический потенциал быков импортных пород, проводится немало. Анализируя результаты исследований некоторых учёных, можно отметить, что осеменение коров местной селекции семенем импортных производителей всегда даёт положительные результаты [10-13]. Н.П. Герасимов отмечает, что тёлки линии канадского быка Фордера Р 1915 имели крупный формат экстерьера по сравнению с тёлками местной селекции и показывали более высокий прирост и имели способности к продолжительному росту [14]. Он же отмечал, что изучение экстерьерных особенностей коров показало превосходство коров крупного формата тела, происходящих от быков импортной селекции, в сравнении с особями отечественной селекции компактного типа [15].

В наших исследованиях по интенсивности роста промеров превосходством отличались бычки, полученные от канадских быков 6 и 7 групп. Молодняк, полученный от быка-производителя Вайд Лоад 391W, несмотря на то, что уступает по коэффициентам изменения промеров по мере роста и развития, имеет наибольшие значения промеров по многим показателям, что согласуется с его преимуществом по среднесуточным приростам. По нашему мнению, здесь имеет место так называемый «географический гетерозис».

Выводы.

Изучение экстерьера по линейным промерам и коэффициента изменения промеров показало, что молодняк, полученный от канадских быков-производителей, превосходит молодняк, полученный от отечественных быков-производителей как по высотным, так и по широтным промерам.

Таким образом, использование метода интербридинга даёт положительные результаты для совершенствования экстерьера молодняка герефордской породы. Быков канадской селекции Вайд Лoad 391W, Абсолют 49S и Аппер Кат 20U целесообразно интенсивно использовать для получения животных с крупным форматом тела.

Литература

1. Амерханов, Х.А., Каюмов, Ф.Г., Джуламанов, К.М. «Уральский» тип герефордской породы // Животноводство России. 2008. № 12. С. 51-52.
2. Дубовскова, М.П., Джуламанов, К.С., Герасимов, Н.П. Новые подходы к созданию высокотехнологичных типов мясного скота // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(4). С. 15-21.
3. Мазуровский Л.З., Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Племенные ресурсы скота герефордской породы // Вестник мясного скотоводства. 2004. Вып. 57. С. 116-121.
4. Опыт и проблемы использования импортного скота /А. Малышев, Б. Мохов, Е. Савельева, Н. Логинов // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 8. С. 11-12.
5. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М. Экстерьерно-конституциональные особенности коров герефордской породы ООО «КХ «Полянское» // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 1. С. 101-105.
6. 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.
7. Хакимов И.Н., Мударисов Р.М., Живалбаева А.А. Совершенствование герефордской породы мясного скота с использованием быков канадской селекции // Актуальные вопросы морфологии и биотехнологии в животноводстве: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения проф. О.П. Стуловой. Кинель, 2015. С. 277-281.
8. Хакимов И.Н., Живалбаева А.А. Живая масса и приросты молодняка герефордской породы, полученного от быков отечественной и импортной селекции // Интенсивность и конкурентоспособность отраслей животноводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. (21-22 апреля 2016 г.). Брянская область, 2016. С. 192-196.
9. Джуламанов, К.М., Дубовскова М.П. Приёмы и методы совершенствования скота герефордской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2000. № 5. С. 39-43.
10. Бухарова В.Г., Постников Д.Л., Гриценко С.А. Оценка различных генотипов крупного рогатого скота герефордской породы по экстерьерным показателям // Разработка и внедрение новых технологий получения и переработки продукции животноводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. Троицк, 2014. С. 16-19.
11. Заднепрятский И.П., Полинковский Л.И., Дубовскова М.П. Результаты использования производителей канадской репродукции в селекции герефордского скота // Сборник научных трудов ВНИИМС. Оренбург, 1996. Вып. 49. С. 7-11.
12. Оценка и отбор генетически ценных герефордских быков / Ф.Г. Каюмов, К.М. Джуламанов, М.П. Дубовскова, Н.П. Герасимов // Зоотехния. 2007. № 5. С. 5-7.
13. Мазуровский Л.З., Герасимов Н.П., Заикина Е.В. Племенная ценность и адаптационные качества бычков герефордской породы разных эколого-генетических групп // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып 63(1). С. 36-41.
14. Герасимов Н.П. Рост и развитие тёлочек герефордской породы в зависимости от линейной принадлежности и экстерьерной характеристики // Вестник мясного скотоводства. 2006. Вып. 59. Т. II. С. 23-25.
15. Герасимов Н.П. Характеристика маточного стада ЗАО племязавод «Амурское» // Вестник мясного скотоводства. 2006. Вып. 59. Т. II. С. 32-33.

Хакимов Исмагиль Насибуллович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», 446442, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Учебная, 2, тел: +7 846-63-46-2-46, e-mail: Xakimov_2@mail.ru

Григорьев Василий Семёнович, доктор биологических наук, профессор кафедры эпизоотологии, патологии и фармакологии ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия», 446442, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, Учебная, 2, тел: +7 846-63-46-2-46, e-mail: grigoriev-vs@yandex.ru

Мударисов Ринат Мансафович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры частной зоотехнии и разведения животных, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, +7 347-228-08-57, e-mail: r-mudarisov@mail.ru

Поступила в редакцию 14 мая 2018 года

UDC 636.082.4

Khakimov Ismagil Nasibullovich, Grigoryev Vasily Semenovich, Mudarisov Rinat Mansafovich

¹ FSBEI HE «Samara State Agricultural Academy», e-mail: Xakimov_2@mail.ru

² FSBEI HE «Bashkir State Agricultural University», e-mail: r-mudarisov@mail.ru

Improvement of young Hereford beef cattle exterior by interbreeding method

Summary. The improvement of Hereford breed cattle with the use of achievements of Canadian breeders is urgent task in our country, since they created the large type of animals of this breed which possesses high productivity. The aim of this work is an improvement of the exterior signs and productivity of herd animals by the method of interbreeding with the use Hereford bulls of Canadian selection. Exterior differences and their development are evaluated by the method of comparison of the analogous groups of heifers and bull calves obtained from the bulls of Canadian and local selection. It is established that the young animals obtained from the Canadian bulls possessed to the larger degree the exterior relevant for meat animals in the period from birth to 18 months. Animals were characterized by big height (height in the withers and the rump), latitudinal (width of breast, hips) measurements, deep breast. The superiority of the progeny of imported bulls was also on the measurements development in the period from the birth to 18 months. Superiority with respect to a change of the height in the withers of heifers, imported bulls offspring was from 1.30 to 6.50 %, the bull calves from 1.20 to 2.50 %. Superiority in the development of width in the breast was 2.30-11.20 % for heifers and 3.20-4.40 % – for bull calves. Quarters half girth of the heifers received from the Canadian bulls had an advantage on 3.34-5.42 %, and of bull-calves – on 2.50-5.42 %. Consequently, it is advisable to use the bulls of Canadian breeding to improve the exteriors and meat forms of the Hereford breed.

Key words: cattle, young cattle, beef breed, Hereford breed, Canadian selection, exterior, changing measurements.

УДК 636.083.37

Изменение промеров телосложения и взаимосвязь линейного и весового роста у тёлочек калмыцкой породы новых заводских типов

Р.Ф. Третьякова¹, Ф.Г. Каюмов¹, Е.Д. Куш²

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

² СПК племзавод «Дружба»

Аннотация. Селекционно-племенная работа с калмыцкой породой базируется на расширении внутривидовой изменчивости путём создания и выведения новых структурных элементов в генеалогии отечественной популяции. Целью исследования являлось изучение экстерьерно-конституциональных особенностей и установление взаимосвязи с весовым ростом у тёлочек калмыцкой породы заводских типов «Айта» и «Вознесенский». Формирование линейного роста и взаимосвязь промеров тела с живой массой у калмыцкого скота изучали на двух группах тёлочек, относящихся к разным заводским типам. Результаты свидетельствуют о недостоверных межгрупповых различиях по всем промерам в разные возрастные периоды. Установлено, что происхождение молодняка определяет некоторые особенности в выраженности отдельных статей тела. В возрасте отъёма от матерей тёлочка заводского типа «Айта» характеризовались относительной компактностью и приземистостью. В возрасте 15 месяцев молодняк, относящийся к генотипу «Вознесенский», опережал сверстниц по высоте в холке, в крестце, косой длине туловища, глубине груди. Тёлочки селекции «Айта» отличались лучшим развитием грудной клетки и задней трети туловища. Установлена достоверная сильная корреляционная зависимость между размером статей тела и весовым ростом подопытного молодняка. С возрастом животных сила связи между отдельными статьями экстерьера и живой массой изменялась. Изменения в силе сопряжённости между различными промерами и живой массы объясняются неодинаковой скоростью роста осевого и периферического отделов скелета по возрастным периодам.

Ключевые слова: тёлочки, калмыцкая порода, заводской тип, тип «Айта», тип «Вознесенский», линейные промеры, индексы телосложения, живая масса тёлочек.

Введение

Совершенствование калмыцкого скота проводится методом чистопородного разведения исключительно за счёт отечественных племенных ресурсов. Такое положение сложилось в силу уникальности породы, не имеющей аналогов в мире, способных повлиять на улучшение генетического потенциала продуктивности [1, 2]. В связи с этим селекционно-племенная работа с породой базируется на расширении внутривидовой изменчивости путём создания и выведения новых структурных элементов в генеалогии отечественной популяции. Дифференциация животных на типы и линии, заложенные на выдающихся родоначальников, формируется на основе генетических различий под влиянием различных факторов внешней среды. В таких условиях сложно добиться значительной наследственно обусловленной вариативности хозяйственно-полезных признаков, а работа в этом направлении требует целенаправленной кропотливой селекции на протяжении длительного времени [3, 4].

В итоге многолетней селекционно-племенной работы популяции калмыцкого скота в Республике Калмыкия и Ставропольском крае выделены отдельные внутривидовые элементы – заводские типы. В 2015 году были апробированы два новых заводских типа – «Айта» в ООО племзавод «Агробизнес» и «Вознесенский» в СПК племзавод «Дружба». Однако апробация и изучение новых селекционных достижений в мясном скотоводстве проходила на фоне базовых стад хозяйств-оригинаторов. В связи с этим нами проведена сравнительная оценка формирования племенных и продуктивных качеств новосозданных типов в одинаковых условиях кормления и содержания.

Цель исследования.

Изучение экстерьерно-конституциональных особенностей и установление взаимосвязи с весовым ростом у тёлочек калмыцкой породы заводских типов «Айта» и «Вознесенский».

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Тёлочки калмыцкой породы, по происхождению относящиеся к двум заводским типам – «Айта» и «Вознесенский», от рождения до 15-месячного возраста.

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 исследования. Формирование линейного роста и взаимосвязь промеров тела с живой массой у калмыцкого скота изучали на двух группах тёлочек ($n=20$ гол. в каждой), относящихся к разным заводским типам: I группа – «Айта», II группа – «Вознесенский». Выращивание подопытных тёлочек проводили при одинаковых условиях кормления и содержания в СПК племзаводе «Дружба» Ставропольского края.

Контроль за изменением статей экстерьера у тёлочек проводили путём взятия основных промеров у всех животных в возрасте 8 и 15 месяцев. На основании данных по линейным промерам рассчитывали индексы телосложения по периодам контрольного выращивания.

Оборудование и технические средства. В исследовании использовали электронные весы, мерную палку Лидтина, циркуль Вилькенса и мерную ленту.

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали методы вариационной статистики и корреляционного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Результаты анализа линейного роста тёлочек изучаемых заводских типов свидетельствуют о недостоверных межгрупповых различиях по всем промерам в разные возрастные периоды (табл. 1).

Таблица 1. Промеры тела тёлочек калмыцкой породы разных заводских типов, см ($\bar{X} \pm S_x$)

Промер	Возраст			
	8 мес.		15 мес.	
	группа			
	I	II	I	II
Высота в холке	102,5±0,55	103,0±0,46	116,1±0,62	117,6±0,68
Высота в крестце	106,1±0,65	106,8±0,50	119,4±0,77	121,3±0,70
Косая длина туловища	108,1±0,59	109,0±0,52	139,3±0,65	140,6±0,71
Ширина груди	28,2±0,33	28,0±0,42	33,1±0,42	32,5±0,42
Глубина груди	46,7±0,36	46,9±0,52	56,3±0,44	56,6±0,39
Обхват груди за лопатками	127,6±0,53	127,9±0,58	156,2±0,71	155,6±0,70
Ширина в маклоках	28,9±0,39	28,7±0,40	36,4±0,36	36,0±0,41
Полуобхват зада	72,9±0,42	72,7±0,71	84,6±0,49	84,0±0,58
Обхват пясти	14,3±0,11	14,6±0,11	16,8±0,14	16,9±0,18

Это свидетельствует о слабом влиянии наследственности на изменчивость показателей экстерьера у калмыцких животных. Однако в то же время установлено, что происхождение молодняка определяет некоторые особенности в выраженности отдельных статей тела. Так, уже в 8-месячном

возрасте тёлки заводского типа «Вознесеновский» несколько превосходили своих сверстниц по высоте в холке (0,5 см) и крестце (0,7 см), косой длине туловища (0,9 см), глубине груди (0,2 см), обхвату груди за лопатками (0,3 см), обхвату пясти (0,3 см). В свою очередь животные генотипа «Айта» имели минимальное преимущество по развитию широтных промеров. В связи с чем уже в возрасте отъёма от матерей молодняк I группы характеризовался относительной компактностью, приземистостью.

Отмеченная тенденция в формировании экстерьера усилилась в 15-месячном возрасте. Межгрупповые различия по развитию отдельных линейных промеров достигли более существенных значений. Так, тёлки заводского типа «Вознесеновский» опережали сверстниц по высоте в холке на 1,5 см (1,29 %), в крестце – на 1,9 см (1,59 %), косой длине туловища – на 1,3 см (0,93 %), глубине груди – 0,3 см (0,53 %). Максимальная величина промеров, характеризующих развитие осевого отдела скелета, установлена у молодняка I группы. У них была объёмная грудная клетка, о чём свидетельствует превосходство по ширине (на 0,6 см или 1,85 %) и обхвату груди за лопатками (на 0,6 см или 0,39 %). Кроме того, заводской тип «Айта» выделялся более крупной задней третью туловища.

Очевидно, что межгрупповая изменчивость по развитию отдельных промеров тела отразилась на различиях в их соотношении (табл. 2). При этом в 8-месячном возрасте максимальная разница между индексами телосложения установлена по грудному (0,7 %), сбитости (0,7 %), мясности (0,5 %) в пользу тёлок заводского типа «Айта». Наиболее существенное превосходство их сверстниц установлено по комплексному индексу – на 1,3 %.

Таблица 2. Индексы телосложения тёлок калмыцкой породы разных заводских типов, % ($X \pm S_x$)

Индекс телосложения	Возраст			
	8 мес.		15 мес.	
	группа			
	I	II	I	II
Длинноногости	54,4±0,24	54,5±0,37	51,5±0,40	51,9±0,39
Растянутости	105,5±0,65	105,9±0,57	120,0±0,68	119,8±0,68
Тазогрудной	97,8±1,48	97,8±1,72	91,0±1,05	90,4±1,03
Грудной	60,4±0,59	59,7±0,72	58,8±0,65	57,4±0,64
Сбитости	118,1±0,69	117,4±0,43	112,2±0,48	110,5±0,39
Перерослости	103,6±0,30	103,7±0,29	102,8±0,33	103,2±0,33
Костистости	14,0±0,10	14,2±0,09	14,5±0,11	14,4±0,10
Массивности	124,5±0,72	124,2±0,47	134,6±0,78	132,3±0,70
Широкотелости	27,1±0,21	26,7±0,24	27,2±0,20	26,5±0,22
Мясности	71,1±0,41	70,6±0,56	72,9±0,52	71,4±0,52
Широкогрудости	27,5±0,27	27,2±0,37	28,5±0,35	27,6±0,34
Глубокогрудости	45,6±0,24	45,5±0,37	48,5±0,40	48,1±0,39
Комплексный	171,5±0,78	172,8±0,64	166,1±0,74	169,6±0,54

Несколько большая дифференциация изучаемых генотипов по соотношению линейных промеров отмечалась в 15-месячном возрасте. Наивысшее преимущество I группы тёлок фиксировалось по индексам: тазогрудному – 0,6 %, грудному – 1,4 %, сбитости – 1,7 %, массивности – 2,3 %, широкотелости – 0,7 %, мясности – 1,5 %, широкогрудости – 0,9 %. Молодняк «Вознесеновского» типа отличался высокими показателями длинноногости (на 0,4 %), перерослости (на 0,4 %) и комплексного индекса (на 3,5 %). Такие особенности в телосложении животных разных заводских типов свидетельствуют о высокорослом формате экстерьера «Вознесеновских» тёлок и компактности, хорошем развитии грудной клетки, низкорослости их сверстниц.

Конституция и экстерьер у мясного скота находятся в прямолинейной связи с уровнем продуктивности. Поэтому изучение изменчивости линейных промеров дополняли определением их сопряжённости с живой массой (табл. 3). При этом установлена довольно сильная корреляционная

зависимость между размером статей тела и весовым ростом подопытного молодняка. Так, в 8-месячном возрасте коэффициенты корреляции варьировали в пределах 0,60-0,77, при максимуме – в паре обхват пясти×живая масса и минимуме – ширина в маклоках×живая масса.

Таблица 3. Взаимосвязь линейных промеров и живой массы у подопытных тёлочек

Промер, см	Живая масса в возрасте, кг	
	8 мес.	15 мес.
Высота в холке	0,64±0,124***	0,53±0,138**
Высота в крестце	0,68±0,119***	0,75±0,107***
Косая длина туловища	0,65±0,123***	0,76±0,106***
Ширина груди	0,73±0,111***	0,67±0,120***
Глубина груди	0,74±0,109***	0,64±0,125***
Обхват груди за лопатками	0,70±0,116***	0,68±0,119***
Ширина в маклоках	0,60±0,129***	0,69±0,117***
Полуобхват зада	0,65±0,124***	0,62±0,127***
Обхват пясти	0,77±0,104***	0,90±0,072***

Примечание: здесь и далее * – $P < 0,05$, ** – $P < 0,01$, *** – $P < 0,001$

Следует отметить, что размеры грудной клетки тёлочек после отъёма имеют сильную взаимосвязь с мясной продуктивностью. Так, коэффициенты корреляции между обхватом груди за лопатками составлял 0,70, ширине – 0,73 и глубине груди – 0,74. В то время как развитие задней трети туловища оказывало минимальное значение на весовой рост (0,60-0,65).

С возрастом животных сила связи между отдельными статьями экстерьера и живой массой изменялась. Отмечалось снижение корреляции к 15-месячному возрасту между парами высота в холке (на 0,11), ширина груди (на 0,6), глубина груди (на 0,10), обхват груди за лопатками (на 0,02), полуобхват зада (на 0,03) и показатель весового роста. Усиление связи наблюдалось между высотой в крестце (на 0,07), косой длине туловища (на 0,11), шириной в маклоках (на 0,09), обхвату пясти (на 0,13). Изменения в силе сопряжённости между различными промерами и живой массы объясняются неодинаковой скоростью роста осевого и периферического отделов скелета по возрастным периодам.

Таким образом, между линейным и весовым ростом тёлочек существует сильная, положительная, высокодостоверная взаимосвязь. Однако корреляционный анализ изменения индексов телосложения и живой массы свидетельствует о некоторых особенностях в связи соотношений промеров и весовым ростом (табл. 4).

Таблица 4. Взаимосвязь индексов телосложения и живой массы у подопытных тёлочек

Индекс телосложения	Живая масса в возрасте, кг	
	8 мес.	15 мес.
Длинноногости	-0,56±0,135***	-0,20±0,159
Растянутости	0,03±0,162	0,13±0,161
Тазогрудной	0,11±0,161	0,10±0,161
Грудной	0,26±0,157	0,34±0,153*
Сбитости	-0,07±0,162	-0,16±0,160
Перерослости	0,19±0,159	0,54±0,136***
Костистости	0,40±0,148**	0,71±0,113***
Массивности	-0,03±0,162	0,01±0,162
Широкотелости	0,67±0,121***	0,54±0,137***
Мясности	0,28±0,156	0,12±0,161
Широкогрудости	0,56±0,134***	0,44±0,146**
Глубокогрудости	0,56±0,135***	0,20±0,159
Комплексный	-0,34±0,153	-0,16±0,160

Так, наблюдается отрицательная корреляция между индексами длинноногости (-0,20 ... -0,56), сбитости (-0,07 ... -0,16), комплексным (-0,16 ... -0,34) и живой массой подопытного молодняка. Во все периоды сильная положительная сопряжённость отмечается по индексам широкогрудости (0,44-0,56), широкотелости (0,54-0,67), костистости (0,40-0,71).

Кроме того, отмечается усиление связи с возрастом между весовым ростом и индексами растянутости, грудного, сбитости, перерослости, костистости.

Обсуждение полученных результатов.

Изучение конституции и экстерьера в мясном скотоводстве имеет очень важное значение, так как размеры тела животного во многом определяют его продуктивность [5, 6]. Кроме того, исследования показывают, что на величину живой массы сильное влияние оказывают условия внешней среды, что затрудняет проведение объективной оценки генетического потенциала. В то же время воздействие паратипических факторов на изменчивость линейного роста несколько слабее, что обеспечивает большую достоверность при выявлении качеств животных [7, 8]. Отмеченная закономерность в настоящее время используется при оценке племенной ценности мясного скота [9-13].

Наши исследования предполагали определить внутривидовую изменчивость линейного роста у калмыцких тёлочек в возрастном аспекте. При этом установлено, что на более ранних стадиях развития молодняка вариативность размеров статей экстерьера невысока. Но с возрастом становятся более заметными конституциональные особенности изучаемых генотипов. Тёлки заводского типа «Вознесенский» унаследовали высокорослый растянутый тип телосложения. Их сверстницы, относящиеся по происхождению к селекции «Айта», отличались сравнительно компактным и низкорослым экстерьером, с широкой грудной клеткой и бочкообразным туловищем. Различия подтверждаются изучением индексов телосложения.

Установленная в процессе исследования взаимосвязь линейного и весового роста обнаружила сильную сопряжённость между промерами и величиной живой массы. Однако с возрастом сила связи изменялась, что объясняется различной скоростью роста осевого и периферического отделов скелета.

Выводы.

Размеры тела тёлочек калмыцкой породы определяются их генотипом. Молодняк «Вознесенского» заводского типа к 15-месячному возрасту отличался большими высотными промерами, косой длиной туловища. Их сверстницы типа «Айта» характеризовались лучшим развитием грудной клетки и задней трети туловища.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0006)

Литература

1. Каюмов Ф.Г., Баринов В.Э., Манджиев Н.В. Калмыцкий скот и пути его совершенствования: монография. Оренбург-Элиста: ООО «Агентство «Пресса», 2015. 158 с.
2. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф., Герасимов Н.П. Селекционно-племенная работа с калмыцкой породой скота на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 3 (48). С. 64-72.
3. The variability of productive traits estimation in Kalmyk cattle // A.F. Shevkhuzhev, F.G. Kayumov, N.P. Gerasimov, D.R. Smakuev // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Т. 8. № 5. С. 634-641.
4. Сравнительная оценка бычков калмыцкой породы новосозданных заводских типов / Ф.Г. Каюмов, Е.Д. Куш, Л.М. Половинко, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 21-28.

5. Потенциал весового и линейного роста тёлочек герефордской породы разных генетических групп / В.Г. Литовченко, С.Д. Тюлебаев, Н.П. Герасимов, М.Д. Кадышева // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 2. С. 18-20.
6. Герасимов Н.П., Заикина Е.В. Характеристика герефордских бычков разных эколого-генетических групп по весовому и линейному росту // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 147-149.
7. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М. Изменение линейных промеров и особенности экстерьера тёлочек герефордской породы в зависимости от сезона выращивания // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 43-47.
8. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Урынбаева Г.Н. Методы конструирования комплексного индекса бычков-производителей во взаимосвязи с факторами внешней среды // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 3. С. 50-52.
9. Порядок и условия оценки бычков-производителей мясных пород по собственной продуктивности и качеству потомства / Х.А. Амерханов, А.М. Белоусов, Ф.Г. Каюмов и др. М., 2013. 28 с.
10. Оценка и отбор генетически ценных герефордских бычков / Ф.Г. Каюмов, К.М. Джуламанов, М.П. Дубовскова, Н.П. Герасимов // Зоотехния. 2007. № 5. С. 5-7.
11. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Основные принципы создания нового внутривидового типа Уральский герефорд // Аграрный вестник Урала. 2010. № 8(74). С. 51-53.
12. Оценка генотипа бычков-производителей по качеству потомства / Н.П. Герасимов, К.М. Джуламанов, М.П. Дубовскова, Е.Г. Насамбаев // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 1. С. 66-68.
13. Порядок и условия проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности / Х.А. Амерханов, И.М. Дунин, В.И. Шаркаев и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 37 с.

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

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

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

Поступила в редакцию 18 мая 2018 года

UDC 636.083.37

Tretyakova Ruzia Foatovna¹, Kayumov Foat Galimovich¹, Kushch Yevgeny Dmitrievich²

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

² Agricultural Production Cooperative «Druzhba»

Conformation measurements change and correlation between linear and weight growth in Kalmyk heifers of new breed types

Summary. Selective breeding with the Kalmyk breed is based on the expansion of intra-breed variability by creating and removing new structural elements in the genealogy of the domestic population. The aim of the research was to study the exterior-constitutional features and to establish the correlation with the gain

in Kalmyk heifers of «Ayta» and «Voznesenovsky» breed types. The formation of linear growth and correlation between body measurements and live weight in Kalmyk cattle were studied in two groups of heifers belonging to different breed types. The results evidenced unreliable inter-group differences in all measurements in different age periods. It was established that the origin of young animals determines certain features in the severity of individual body articles. At the age of weaning «Ayta» breed type heifers were characterized by relative compactness and squatness. At the age of 15 months the calves belonging to «Voznesenovsky» genotype outstripped the peers in withers height, at the sacrum height, oblique body length, chest depth. «Ayta» breed heifers were characterized by better development of the chest and posterior third of the body. A reliable strong correlation between the body articles size and the gain in experimental calves was found. With the animals' age increase, the strength of correlation between the individual body articles and live weight changed. Changes in contingency between different measurements and live weight are explained by the unequal growth rate of the axial and peripheral skeletal regions by age periods.

Key words: heifers, Kalmyk breed, breed type, «Ayta» type, «Voznesenovsky» type, linear measurements, conformation indexes, heifers live weight.

УДК 636.082.4

Воспроизводительная способность симментальских тёлочек разных генотипов

М.Д. Кадышева¹, С.Д. Тюлебаев¹, С.Ш. Туржанов^{1,2}

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

² ООО «Боровое»

Аннотация. Изучены воспроизводительные способности, материнские качества симментальских тёлочек разных генотипов при содержании их по технологии, принятой в мясном скотоводстве.

Воспроизводительная способность животных изучалась в процессе постоянного наблюдения с 6-месячного возраста. Определены возраст и живая масса тёлочек в различные периоды становления и реализации репродуктивной функции. При этом тёлочки симменталы брединского мясного типа характеризовались относительной позднеспелостью. У них начало полового созревания наступило на 6,3-8,0 сут ($P < 0,01$) позже, более продолжительным был период формирования эстральной цикличности, позже достигли половой зрелости, чем сверстницы других опытных групп. У тёлочек симменталов брединского мясного типа был установлен большой возраст при плодотворном осеменении, длительный период плодотворения, наибольший возраст при отёле – 849 сут. Так, по всем этим показателям они достоверно превосходили сверстниц остальных исследуемых групп.

По величине показателей в возрастном аспекте в различные периоды цикла воспроизводства тёлочки отечественные симменталы местной селекции, симменталы баймакской репродукции, симменталы австрийской репродукции не уступали друг другу, и разница между ними была незначительной.

Максимальной живой массой в различные периоды цикла воспроизводства характеризовались тёлочки симменталы брединского мясного типа. При этом они по величине показателей живой массы достоверно превосходили сверстниц других изучаемых групп.

Результаты исследования подтверждают высокую продуктивность животных симменталов брединского мясного типа, которые в возрасте 3 лет по живой массе превосходили аналогов других опытных групп тёлочек на 49,9-58,7 кг ($P < 0,01$). Отмечена высокая живая масса тёлочек всех изучаемых групп в различные периоды формирования и становления репродуктивных функций, которая отвечала требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд.

Высокий уровень оплодотворяемости от первого осеменения установлен у всех подопытных групп тёлочек 50,0-58,3%. У всех изучаемых групп нетелей стельность протекала без отклонений, отёлы проходили нормально, без родовспоможений. После отёла у всех первотёлок достаточно активно проявлялся материнский инстинкт, хорошо подпускали телёнка к сосанию молока. Новорождённый молодняк, полученный от первотёлок изучаемых групп, по живой массе различался незначительно и разница была незначительной.

У первотёлок величина показателя оплодотворяемости от первого осеменения повысилась до 66,67 % в группе отечественных симменталов местной селекции. Они также отличались наилучшим результатом сервис-периода – 62,2 сут.

Первотёлочки всех исследуемых групп характеризовались высокой молочностью. Бычки и тёлочки, полученные от первотёлок, по живой массе в 7-месячном возрасте отвечали требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд. До отъёма от матерей была установлена 100 % сохранность молодняка.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, тёлочки, симментал, генотип, воспроизводительная способность, оплодотворяемость, живая масса, сервис-период, отёл, осеменение.

Введение.

Одной из важных целей государственной политики в области устойчивого развития мясного скотоводства на период до 2030 года является рост маточного поголовья мясного скота, повышение объёмов и качества производства говядины. Основная задача выращивания молодняка – создание оптимальных условий для максимального проявления породных, продуктивных и индивидуальных особенностей животных. Правильный уход, кормление, содержание и целенаправленное выращивание молодняка представляет собой отдельные звенья единого процесса воспроизводства стада и совершенствования животных в нужном направлении [1].

Воспроизводство стада – один из наиболее сложных и трудоёмких процессов в животноводстве. К нему предъявляется целый ряд условий, от выполнения которых зависят продуктивность скота, продолжительность и интенсивность использования животных, экономичность и рентабельность производства [2].

Воспроизводительная способность и материнские качества являются одним из важных факторов при разведении скота мясного направления продуктивности. Единственной продукцией в мясном скотоводстве является телёнок, полученный от коровы и выращенный на подсосе.

Во всех странах с развитым мясным скотоводством разводят симментальскую породу скота для производства высококачественной нежирной говядины. Коровы симментальской породы отличаются способностью давать к отёму тяжеловесных телят. Симментальская порода в каждой стране, где она разводится, имеет несколько отродий или породных групп, которые различаются между собой по типу и уровню продуктивности [3].

Цель исследования.

Оценка воспроизводительной способности симментальских тёлочек разных генотипов.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Симментальские тёлочки разных генотипов.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulation 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. Исследование было проведено в ООО «Боровое» Челябинской области, которое является племязаводом по разведению симменталов брединского мясного типа.

По принципу групп-аналогов с учётом породы, возраста, пола, живой массы, климатического состояния изучали становление и формирование репродуктивной функции на четырёх группах симментальских тёлочек разных генотипов, по 12 голов в каждой: I группа – отечественные симменталы местной селекции, II – симменталы брединского мясного типа, III – симменталы баймакской репродукции, IV группа – симменталы австрийской репродукции.

Животных содержали по технологии, принятой в мясном скотоводстве, на подсосе под матерями до 8-месячного возраста. При этом уровень кормления их матерей был одинаков.

После отёма, который был проведён в возрасте 8 месяцев, тёлочек перевели в помещение с выгульным двором, где были установлены кормушки для концентрированных, сочных и грубых кормов, обеспечен свободный доступ к воде, для отдыха животных были оборудованы курганы. Внутри помещения находилась глубокая несменяемая подстилка, которая периодически обновлялась свежей соломой. Микробиологические процессы, проходящие в слое несменяемой подстилки, положительно влияли на создание тёплого логова для тёлочек.

По мере роста животных определяли: возраст и живую массу при первой охоте, установившейся цикличности, первом и плодотворном осеменении, при отёле, в период плодоношения, индекс оплодотворения; развитие потомства от первотёлочек в подсосный период. Период отёла совпал с летним периодом. Первотёлочки находились на пастбище без подкормки. Осенью тёлочки с матерями были переведены на стойловое содержание. Для телят были организованы столовые со свободным доступом ко всем видам кормов и воде.

Воспроизводительную способность тёлочек изучали в процессе постоянного наблюдения за ними, начиная с шестимесячного возраста, по изменениям в поведении исследуемых животных. Фиксировали возраст и живую массу каждой тёлочки во время проявления отдельных элементов эстрального цикла воспроизводства. Контроль за оплодотворением осуществляли ректальным исследованием.

Оборудование и технические средства. В опыте использовались материалы зоотехнического племенного учёта стада симменталов мясного направления продуктивности.

Живую массу молодняка определяли с помощью электронных весов ВЭПС(крс)-1 (Россия).

Осеменение проводилось спонтанно ректоцервикальным методом на отдельном станке с фиксатором и пользовались комплектом для искусственного осеменения крупного рогатого скота «Астра – арта 17050/0060» (Россия).

Статистическая обработка. Полученный материал обрабатывали методом вариационной статистики (Е.К. Меркурьева, 1964) с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 9.0» («Stat Soft Inc.», США) [4].

Результаты исследования.

Изучение репродуктивной функции тёлочек симментальской породы разных генотипов представляет определённый теоретический и практический интерес при использовании их как крупного рогатого скота мясного направления продуктивности.

При выращивании тёлочек большое значение имеют возрастные сроки и живая масса в основные периоды цикла воспроизводства. Это позволяет выявить особенности роста и становления репродуктивной функции тёлочек (табл. 1).

Таблица 1. Возраст тёлочек в различные периоды цикла воспроизводства, сут

Показатель	Группа							
	I		II		III		IV	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v
Половое созревание:								
начало	243,6 $\pm$ 1,10	1,57	250,4 $\pm$ 1,37***	1,90	244,1 $\pm$ 1,23	1,75	242,4 $\pm$ 1,03	1,47
завершение	304,3 $\pm$ 1,91	2,17	314,8 $\pm$ 2,09**	2,30	305,6 $\pm$ 0,90	1,02	304,1 $\pm$ 1,10	1,25
Осеменение								
плодотворное	545,2 $\pm$ 2,84	1,52	562,4 $\pm$ 2,90***	1,79	550,5 $\pm$ 1,32	0,83	544,2 $\pm$ 1,68	1,07
Период								
плодоношения	282,2 $\pm$ 0,62	0,76	286,6 $\pm$ 0,63*	0,76	283,5 $\pm$ 1,04	1,27	282,6 $\pm$ 1,00	1,23
При отёле	827,4 $\pm$ 3,34	1,40	849,0 $\pm$ 3,01	1,23	834,0 $\pm$ 2,31	0,96	826,8 $\pm$ 2,67	1,12

Примечание: * – достоверность разницы между группами $P < 0,05$, ** – достоверность разницы между группами ($P < 0,01$), *** – достоверность разницы между группами $P < 0,001$

Первые признаки полового созревания, которые изучались путём наблюдений за поведением тёлочек, начиная с полового возбуждения, вспрыгивания друг на друга, признаков половой охоты, первых течек, дружно проявились в трёх исследуемых группах тёлочек: отечественные симменталы местной селекции (I группа), симменталы баймакской репродукции (III группа), симменталы австрийской репродукции (IV группа) в возрасте 242,4-244,1 сут. Уже по первому признаку отличались тёлочки симменталы брединского мясного типа (II группа), у них начало полового созревания наступило на 6,3-8,0 сут ($P < 0,001$) позже, чем у сверстниц других опытных групп.

Тёлочки II группы, вследствие более позднего проявления первой охоты и длительности полового созревания, характеризовались более продолжительным периодом формирования эстральной цикличности. Они достигли половой зрелости позже по сравнению со сверстницами I группы

на 10,5 сут ($P<0,01$), III группы – на 9,2 сут ($P<0,001$), IV группы – на 10,7 сут ($P<0,001$). Так, продолжительность периода полового созревания составляла в среднем у I группы 60,7 сут, II – 64,4 сут, III – 61,5 сут, IV группы – 61,7 сут.

В связи с неодинаковой интенсивностью прихода в охоту выявлены межгрупповые различия по возрасту тёлочек при первом осеменении и по возрасту плодотворного осеменения. Наименьшая величина возраста при плодотворном осеменении установлена у тёлочек I и IV групп и составила соответственно 545,2 сут и 544,2 сут. Более старший возраст при плодотворном осеменении наблюдался у тёлочек II группы – 562,4 сут. А тёлочки III группы по этому показателю занимали промежуточное положение. Так, у тёлочек II группы плодотворное осеменение произошло позже, чем у сверстниц I группы на 17,2 сут ($P<0,001$), III группы – на 11,9 сут ($P<0,01$), IV группы – на 18,2 сут ($P<0,001$).

При этом надо отметить, что у нетелей симменталов брединского мясного типа (II группа) продолжительность периода плодотворности была растянута. Они вынашивали плод в среднем по группе на 3,1-4,4 сут ($P<0,05$) дольше, чем сверстницы других опытных групп.

По продолжительности стельности между остальными группами животных разница не установлена.

Относительная позднеспелость, значительно больший возраст при плодотворном осеменении и длительный период плодотворности нетелей симменталов брединского мясного типа (II группа) обусловили больший возраст при отёле, чем у сверстниц других опытных групп. При этом возраст при отёле у нетелей II группы составил 849 сут. Так, они по этому показателю превосходили аналогов I группы на 21,6 сут ($P<0,001$), III – на 15,0 сут ($P<0,01$), IV группы – на 22,2 сут ($P<0,001$).

Следовательно, по величине показателей в возрастном аспекте в различные периоды цикла воспроизводства тёлочки I, III и IV групп не уступали друг другу и разница между ними была незначительной.

Важнейшим показателем в различные периоды становления основных элементов цикла воспроизводства является живая масса изучаемых тёлочек (табл. 2).

Таблица 2. Живая масса подопытных тёлочек в различные периоды цикла воспроизводства, кг

Показатель	Группа							
	I		II		III		IV	
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	C_v
Половое созревание:								
начало	261,6 $\pm$ 2,02	2,99	274,2 $\pm$ 1,99***	2,81	265,6 $\pm$ 1,90	2,76	263,4 $\pm$ 2,28	3,35
завершение	289,6 $\pm$ 2,72	3,26	310,6 $\pm$ 1,50***	1,67	295,6 $\pm$ 2,42	2,83	292,7 $\pm$ 2,58	3,06
При плодотворном осеменении	410,0 $\pm$ 1,93	1,63	455,5 $\pm$ 3,38***	2,60	422,5 $\pm$ 2,77	2,27	416,5 $\pm$ 3,31	2,75
Перед отёлом	482,2 $\pm$ 3,70	2,66	533,3 $\pm$ 3,28***	2,13	492,6 $\pm$ 3,68	2,59	486,5 $\pm$ 2,97	2,11
После отёла	421,9 $\pm$ 3,44	2,83	468,5 $\pm$ 3,14***	2,32	427,6 $\pm$ 3,85	3,12	422,1 $\pm$ 2,80	2,29
Потери при отёле	60,2 $\pm$ 0,71	4,07	64,8 $\pm$ 0,30***	1,59	65,0 $\pm$ 0,48***	2,54	64,4 $\pm$ 0,53***	2,84
После отёла через 3 мес.	446,6 $\pm$ 4,18	3,24	504,3 $\pm$ 2,71***	1,86	457,4 $\pm$ 2,48*	1,88	448,6 $\pm$ 2,57	1,99
Живая масса в 3 года	501,6 $\pm$ 4,46	3,08	560,3 $\pm$ 2,85***	1,7	510,4 $\pm$ 4,02	2,72	502,0 $\pm$ 3,17	2,19

Примечание: * – достоверность разницы между группами $P<0,05$, ** – достоверность разницы между группами ($P<0,01$), *** – достоверность разницы между группами $P<0,001$

Максимальной живой массой по всем периодам цикла воспроизводства характеризовались тёлки симменталы брединского мясного типа (II группа). Ещё в начале полового созревания тёлки II группы превосходили по живой массе сверстниц I группы на 12,6 кг ($P<0,001$), III – на 8,6 кг ($P<0,01$), IV группы – на 10,8 кг ($P<0,01$).

Аналогичная картина по живой массе наблюдалась и при достижении половой зрелости у опытного молодняка. Разница в этом возрасте между тёлками II группы по сравнению со сверстницами остальных изучаемых групп была значительной. Так, по этому показателю тёлки симменталы брединского мясного типа (II группа) превосходили сверстниц I группы на 21 кг ($P<0,001$), III – на 15 кг ($P<0,001$), IV группы – на 17,9 кг ($P<0,001$). Ко времени проведения случного периода, во время плодотворного осеменения, до и после отёла разница по живой массе тёлок симменталов брединского мясного типа относительно аналогов других подопытных групп стала более существенной.

После плодотворного осеменения происходило увеличение живой массы тёлок. Это увеличение связано как с внутриутробным ростом плода, так и естественным продолжением роста подопытных тёлок. В такой ответственный период плодоношения нетели исследуемых групп до отёла набрали в среднем по всем группам 70,0-77,8 кг. После отёла первотёлки II группы превосходили по живой массе сверстниц I группы на 46,6 кг ($P<0,001$), III – на 40,9 кг ($P<0,001$) и IV группы – на 46,4 кг ($P<0,001$). При этом наименьшие потери при отёле по живой массе были установлены у первотёлок отечественных симменталов местной селекции (I группа). Потеря живой массы при отёле у сверстниц II, III, IV групп была практически на одном уровне и больше, чем у нетелей I группы на 4,2-4,8 кг ($P<0,001$).

Первое время после отёла происходит физическая гармонизация репродуктивных органов, что определяет низкий уровень среднесуточных приростов. Поэтому в течение 3 месяцев после отёла прирост живой массы был незначительным. Однако следует отметить, что первотёлки симменталы брединского мясного типа (II группа) за этот период по интенсивности роста превосходили сверстниц остальных опытных групп. При этом среднесуточный прирост по II группе первотёлок составил 393,4 г. Они по живой массе после отёла через 3 мес. превосходили аналогов I группы на 57,7 кг ($P<0,001$), III – на 46,9 кг ($P<0,001$), IV группы – на 55,7 кг ($P<0,001$).

Такая зависимость по динамике живой массы наблюдалась за весь период опыта, что подтверждает высокую продуктивность животных брединского мясного типа (II группа). Так, первотёлки II группы по живой массе в 3 года превосходили сверстниц I группы на 58,7 кг ($P<0,001$), III – на 49,9 кг ($P<0,001$), IV группы – на 58,3 кг ($P<0,001$).

По величине живой массы во все периоды цикла воспроизводства все животные исследуемых групп отвечали требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд.

Воспроизводительная способность и материнские качества коров в значительной степени определяют эффективность ведения мясного скотоводства.

Хорошие воспроизводительные способности показали подопытные тёлки всех изучаемых групп (табл. 3).

В период физической зрелости тёлок во время случной компании важным показателем является способность к оплодотворению.

Лучшей оплодотворяемостью от первого осеменения характеризовались тёлки отечественные симменталы местной селекции (I группа) и симменталы австрийской репродукции (IV группа), у которых процент оплодотворяемости составил одинаковый показатель 58,3 %. Они превосходили сверстниц II и III групп на 8,3 %. Одинаковый показатель оплодотворяемости показали тёлки II и III группы – 50,0 %. В этих группах 50 % тёлок перегуляло, у них и индекс осеменения выше, что является нежелательным фактом.

Стельность у всех изучаемых группах нетелей протекала без видимых отклонений. Если рассматривать размах длительности плодоношения отдельно в каждой группе, то по этому признаку существенной разницы не отмечено.

Таблица 3. Воспроизводительные качества подопытных маток и живая масса их потомства

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Тёлки				
Осеменено всего, %	100	100	100	100
в том числе оплодотворилось от первого осеменения, %	58,3	50,0	50,0	58,3
Индекс осеменения	1,42	1,50	1,50	1,42
Длительность плодношения, сут				
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	282,2 $\pm$ 0,62	286,6 $\pm$ 0,63	283,5 $\pm$ 1,04	282,6 $\pm$ 1,00
lim	278-285	284-290	278-289	279-287
Первотёлки				
Осеменено всего, %	100	100	100	100
в том числе оплодотворилось от первого осеменения, %	66,67	58,30	50,0	50,00
Индекс осеменения	1,33	1,42	1,50	1,50
Сервис период, сут	62,2 $\pm$ 0,32	66,5 $\pm$ 0,47***	65,8 $\pm$ 0,50***	67,8 $\pm$ 0,42***
Приплод, бычки				
Количество, гол.	5	7	6	6
Живая масса новорождённого, кг	32,8 $\pm$ 0,73	33,4 $\pm$ 0,68	32,7 $\pm$ 0,71	33,0 $\pm$ 1,06
Живая масса в 205 суток, кг	241,2 $\pm$ 2,15	242,1 $\pm$ 1,44	242,0 $\pm$ 1,37	240,0 $\pm$ 1,55
Приплод, тёлки				
Количество, гол.	7	5	6	6
Живая масса новорождённого, кг	31,3 $\pm$ 0,42	31,6 $\pm$ 0,51	31,2 $\pm$ 0,48	31,6 $\pm$ 0,81
Живая масса в 205 суток, кг	226,8 $\pm$ 1,99	228,0 $\pm$ 1,52	226,5 $\pm$ 1,82	228,4 $\pm$ 1,36

Примечание: *** – достоверность разницы между группами $P < 0,001$

Отёлы во всех исследуемых группах первотёлок протекали нормально, довольно легко, без родовспоможения. Случаев трудных отёлов не наблюдали, что свидетельствует о нормально проходящем процессе беременности нетелей при хорошем развитии животных.

После отёла у всех первотёлок достаточно активно проявлялся материнский инстинкт, оберегали свой приплод, хорошо подпускали к сосанию молока. Однако редко, но подпускали к сосанию молока чужого телёнка, такие случаи наблюдались. Полученное потомство от всех опытных групп первотёлок отличалось хорошей жизнеспособностью.

Новорождённый молодняк, полученный от первотёлок изучаемых групп, по живой массе различался незначительно, и разница была недостоверной. До отъёма от матерей была установлена 100 % сохранность молодняка.

В мясном скотоводстве молочность определяется по живой массе телёнка в возрасте 205 суток. Первотёлки всех исследуемых групп характеризовались высокой молочностью. Бычки и тёлки, полученные от первотёлок, по живой массе в 205 суток отвечали требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд. Разница по этому показателю между разными группами потомства была незначительна и недостоверна.

Нами были продолжены исследования на первотёлках. Результаты осеменения первотёлок отражены также в таблице 3. Первотёлки I и II групп быстрее и дружнее приходили в охоту после отёла и имели наименьший индекс в сравнении с периодом, когда они были тёлками. У них процент оплодотворения от первого осеменения повысился на 8,3 %.

В III группе первотёлок процент оплодотворения при первом осеменении остался на одном уровне – 50 %. А в IV группе первотёлок процент оплодотворения от первого осеменения снизился до 50 %.

Лучшим результатом по осеменению характеризовались первотёлки I группы, у которых индекс осеменения был наименьшим – 1,33, что обусловлено меньшим числом перегулов в группе отечественных симменталов местной селекции.

Большой индекс осеменения был отмечен у первотёлок III и IV групп, где 50 % маток перегуляли. По этому показателю первотёлки симменталы брединского мясного типа (II группа) занимали промежуточное положение.

Следовательно, анализ полученных данных показал, что оплодотворяемость первотёлок была на высоком уровне.

Расчёт сервис-периода показал, что у всех изучаемых групп первотёлок установлен оптимальный уровень продолжительности – 62,2-67,8 сут. Наилучший результат сервис-периода отмечен у коров I группы – 62,2 сут.

Обсуждение полученных результатов.

По распространению в странах мира симментальский скот, удачно сочетающий в себе молочную и мясную продуктивность, занимает одно из ведущих мест. В последние десятилетия эту породу во многих странах используют как мясную [5-8].

Исследуемые тёлки содержались по технологии, принятой в мясном скотоводстве. При одинаковых условиях кормления и содержания продуктивность животных определяется его генетическими возможностями. Важно отметить, что подопытные тёлки хорошо росли и развивались во все основные периоды становления и формирования репродуктивной функции и по живой массе отвечали требованиям высшего бонитировочного класса элита-рекорд. Это согласуется с результатами исследований других авторов, изучавших воспроизводительную способность маток симментальской породы [9-11].

При выращивании в одинаковых условиях содержания и кормления наибольшим возрастом становления и реализации репродуктивной функции отмечались тёлки симменталы брединского мясного типа. Они характеризовались лучшим развитием и позднеспелостью, что нашло своё выражение в их преимуществе по живой массе на протяжении всех циклов воспроизводства.

Проведённые исследования показали, что воспроизводительная способность изучаемых групп тёлочек была на высоком уровне. Следует отметить, что полученный приплод от подопытных первотёлок всех групп отличался хорошей жизнеспособностью и высокой энергией роста.

Выводы.

Симментальские тёлки разных генотипов характеризовались хорошей воспроизводительной способностью и материнскими качествами. При этом животные симменталы брединского мясного типа отличались относительной позднеспелостью и большой живой массой во все основные периоды цикла воспроизводства. Молодняк, полученный от изучаемых групп первотёлок, характеризовался активным развитием и высокой живой массой в подсосный период.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0007)

Литература

1. Проект «Концепции устойчивого развития мясного скотоводства в Российской Федерации на период до 2030 года» / Х.А. Амерханов, С.А. Мирошников, Р.В. Костюк, И.М. Дунин, Г.П. Легошин // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 7-12.
2. Козлов Н.Е. Воспроизводство животных. М.: Колос, 1984. 224 с.

3. Мясное скотоводство / под ред. А.Г. Зелепухина и В.И. Левахина. Оренбург: Изд-во ОГУ, 2000. 350 с.
4. Меркурьева Е.К. Биометрия в животноводстве. М.: Колос, 1964. 311 с.
5. Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д. Формирование стада и племенная работа с мясными симменталами в ООО «Экспериментальное» // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 17-26.
6. Качественные показатели стада симменталов «Брединского мясного» типа племзавода ООО «Совхоз Брединский» / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, С.М. Канатпаев, С.Ш. Туржанов, С.Г. Геннов, С.С. Польских, В.М. Габидулин, И.Б. Нурписов, Н.Ж. Кажгалиев // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 5(83). С. 64-72.
7. Рост и развитие симментальских тёлочек разных генотипов и их герефордских сверстниц / С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, А.Б. Карсакбаев, В.Г. Литовченко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38). С. 110-113.
8. Косилов В.И., Швыденков В.А., Нуржанова С.С. Мясная продуктивность бычков симментальской, лимузинской пород и их помесей разных поколений // Развитие народного хозяйства в Западном Казахстане: потенциал, проблемы и перспективы: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию Западно-Казахстанского аграрно-технического университета им. Жангирхана, Уральск, 2003. С. 213-214.
9. Мирошников С.А., Литовченко В.Г. Воспроизводительная способность маток как критерий качества изучаемых генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2(40). С. 122-124.
10. Заднепрятский И.П. Репродуктивные качества тёлочек обракской и симментальской пород в условиях Центрального Черноземья // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 46-51.
11. Мищенко Н.В., Тюлебаев С.Д. Воспроизводительная способность симментальских маток различных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3(31). С. 156-158.

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 Джаксылыкович, 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

Туржанов Сергей Шарипович, соискатель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; главный зоотехник ООО «Боровое», 457321, Челябинская область, с. Боровое, ул. Мира, 18, тел.: 8-9226-98-45-43

Поступила в редакцию 9 апреля 2018 года

UDC 636.082.4

Kadyшева Marwat Dusangaliyevna¹, Tyulebaev Sayasat Zhaksylykovich¹, Turjanov Sergey Sharipovich^{1,2}

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

² LLC «Borovoye»

Reproductive ability of Simmental heifers of different genotypes

Summary. The reproductive abilities of the maternal qualities of Simmental heifers of different genotypes are studied while keeping them in accordance with the technology adopted in beef cattle breeding.

The reproductive ability of animals was studied in the process of constant monitoring from the age of 6 months. The heifers' age and body weight were determined in different periods of the formation and realization of the reproductive function. At the same time, the Simmentals of the Bredinsky beef type were characterized by relative late age to breed. Their age to breed occurred 6.3-8.0 days ($P<0.01$) later, period of estrual cyclicity formation was longer, age to breed was reached later than the herdmates of other experimental groups. Simmental heifers of the Bredinsky beef type have a great age in case of productive insemination, long bearing period, greatest age at the calving – 849 days. So, for all these indicators, they significantly exceeded the herdmates of the other studied groups.

Based on the values in the age aspect during different periods of the reproduction cycle the local heifers, Simmentals of local breeding, Simmentals of the Byamak breeding, Simmentals of the Austrian breeding were equal and the difference between them was unreliable.

The Simmental heifers of the Bredinsky beef type had maximum body weight in different periods of the reproduction cycle. At the same time, according to the values of the body weight indices, they significantly surpassed the peers of other studied groups.

The results of the study confirm the high productivity of the Simmentals of the Bredinsky beef type which at the age of 3 years exceeded by body weight the analogues of other experimental groups of heifers by 49.9-58.7 kg ($P<0.01$). A high body weight of the heifers of all studied groups in different periods of formation and development of reproductive functions was observed, which met the requirements of the highest appraising elite record class.

A high level of fertilization from the first insemination was established in all experimental groups of heifers 50.0-58.3 %. In all studied groups of heifers the pregnancy passed without deviations, the calving passed normally without obstetrics. After calving, all first calf heifers had an active maternal instinct; they allowed well the calf to suck milk. Newborn young calves obtained from the first calf heifers of the studied groups differed insignificantly according to the body weight and the difference was unreliable.

The first calf heifers' value of the fertilization index from the first insemination increased to 66.67 % in the group of local Simmentals of local breeding. They also had the best result of the service period – 62.2 days.

The first calf heifers of all studied groups were characterized by a high milking capacity. Bulls and heifers received from the first calf heifers at the age of 7 months met the requirements of body weight for the highest appraising elite record class. Before weaning from the mothers, 100 % survival of the young animals was kept.

Key words: cattle, heifers, Simmental, genotype, reproductive ability, fertilization, body weight, service period, calving, insemination.

УДК 636.085:577.17:636.1

Влияние породной принадлежности на элементный статус лошадей

С.А. Мирошников¹, О.А. Завьялов¹, А.Н. Фролов¹, М.Я. Курилкина¹, М.М. Атрощенко²

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

² ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства»

Аннотация. Проведено исследование элементного статуса лошадей в связи с породной принадлежностью. Эксперимент выполнялся на модели кобыл чистокровной верховой, ахалтекинской и арабской чистокровной пород, разводимых в условиях одной биохимической провинции (Ставропольский край). Живая масса кобыл в период отбора образцов шерсти составляла 440-550 кг, возраст – 4-6 лет. Методикой отбора биосубстратов обеспечивался отбор проб волос с гривы животных, сформированных в один и тот же период времени, что достигалось путём срезания волос на расстоянии 1 см от кожи, с последующим усечением волоса и сохранением участка волоса длиной 4 см, соответствующего периоду формирования ноябрь-февраль. Элементный состав волос определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП). Установлено, что кобылы ахалтекинской породы превосходили животных арабской чистокровной и чистокровной верховой пород по содержанию в волосах калия на 50,9 и 82,4 % ($P<0,05$), натрия – на 173,0 ($P<0,05$) и 120,6 % ($P<0,01$), железа – на 170,5 ($P<0,01$) и 47,41 %; йода – на 231,0 ($P<0,01$) и 63,7 %; селена – на 27,5 ($P<0,01$) и 47,4 % ($P<0,001$), при этом достоверно уступали по содержанию магния кобылам чистокровной верховой породы на 43,4 % ($P<0,05$), кобылам арабской чистокровной породы по накоплению в волосах цинка – на 8,9 % ($P<0,05$). В волосах кобыл ахалтекинской породы содержалось меньше свинца соответственно на 39,9 ($P<0,05$) и 32,4 % ($P<0,05$).

Ключевые слова: лошади, волос, элементный статус, химические элементы, чистокровная верховая порода, ахалтекинская порода, арабская чистокровная порода.

Введение.

Объективная оценка элементного статуса человека и животных по широкому перечню элементов и интерпретация полученных данных по отношению к эталонным показателям являются неотъемлемой частью исследований состояния организма и оценки воздействия на него внешней среды [1].

В этой связи мультиэлементный анализ шерсти (волос) и других биосубстратов постепенно приобретает всё большее значение в диагностике лечения заболеваний наравне с исследованиями состава крови и т. д. [2, 3] Так, неинвазивный метод оценки элементного статуса позволяет комплексно оценить состояние здоровья человека, исключить причины патологии из-за интоксикации тяжёлыми металлами, диагностировать нарушение в питании и др. [4].

В практике разведения лошадей методика оценки элементного статуса по химическому составу волос пока не получила широкого распространения. Это обусловлено целым рядом причин, в числе которых отсутствие необходимых аналитических методов для анализа и полученного цифрового материала, и обширных баз данных состава биосубстратов [5-7].

В рамках этих работ нами проведены комплексные исследования элементного статуса лошадей в зависимости от породной принадлежности. Анализ полученных данных указывает на перспективность дальнейшего использования метода.

Цель исследования.

Изучить особенности элементного статуса лошадей в связи с породной принадлежностью.

Материалы и методы исследований

Объект исследования. Исследования выполнены на модели кобыл чистокровной верховой, ахалтекинской и арабской чистокровной пород, разводимых в условиях одной биохимической провинции (Ставропольский край). Живая масса кобыл в период отбора образцов шерсти составляла 440-550 кг, возраст – 4-6 лет.

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 исследований отбирались клинически здоровые кобылы чистокровной верховой (n=15), ахалтекинской (n=15) и арабской чистокровной (n=15) пород, одинакового физиологического состояния (4-5 месяц жеребости). В качестве диагностического биосубстрата использовались волосы, отобранные с гривы животного.

В потребляемом суточном рационе кобыл в двухмесячный период, предшествующий отбору образцов, содержалось: Ca – 73,1-77,3 г, P – 54,7-56,2 г, Mg – 15,9-16,7 г, Fe – 1212-1253 мг, Cu – 129-131 мг, Co – 7,5-8,1 мг, Mn – 603-618 мг, I – 7,5-7,9 мг.

Отбор проб волос производился в мае-июне 2017 года. Методикой отбора биосубстратов обеспечивался отбор проб волос с гривы животных, сформированных в один и тот же период времени, что достигалось путём срезания волос на расстоянии 1 см от кожи, с последующим усечением волоса и сохранением участка волоса длиной 4 см, соответствующего периоду формирования ноябрь-февраль. Совокупная масса отбираемых волос составляла не менее 1 мг.

Элементный состав биосубстратов исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Sr, V, Zn).

Оборудование и технические средства. Элементный состав волос определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП) в Испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017 – 5.04.06). Озоление биосубстратов проводили с использованием микроволновой системы разложения MD-2000 (США). Оценка содержания элементов в полученной золе осуществлялась с использованием масс-спектрометра Elan 9000 («Perkin Elmer», США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V («Perkin Elmer», США).

Статистическая обработка. Для проверки гипотезы о нормальности распределения других количественных признаков применяли критерий Шапиро-Уилка. Закон распределения исследуемых числовых показателей отличался от нормального, поэтому достоверность различий проверяли при помощи U-критерия Манна-Уитни. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (P), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Сравнительная оценка полученных в ходе исследований результатов элементного состава волос, отобранных от животных изучаемых групп, выявила факт значительных различий по концентрации в них макроэлементов (табл. 1).

Кобылы ахалтекинской породы превосходили животных арабской чистокровной и чистокровной верховой пород по содержанию в волосах калия на 50,9 и 82,4 % (P<0,05), натрия – на 173,0 (P<0,05) и 120,6 % (P<0,01), при этом достоверно уступали по содержанию магния кобылам чистокровной верховой породы на 43,4 % (P<0,05).

Таблица 1. Содержание макроэлементов в волосах с гривы лошадей в зависимости от породной принадлежности, мкг/г

Элемент	Порода		
	ахалтекинская	арабская чистокровная	чистокровная верховая
	M±m	M±m	M±m
Ca	1270±106,1	1044±151,7	1405±140,8
K	1282±318,1	849,8±191,2	702,8±79,37*
Mg	412,0±52,22	382,8±52,39	728,2±81,09*
Na	581,4±168,9	212,9±31,69*	263,6±39,32**
P	545,8±35,01	516,7±35,66	599,4±32,87

Примечание: * – при P<0,05; ** – при P<0,01; *** – при P<0,001
(по отношению к ахалтекинской породе)

В результате изучения степени взаимосвязи между содержанием эссенциальных элементов в волосах и породной принадлежностью животных было установлено, что кобылы ахалтекинской породы опережали арабских чистокровных и чистокровных верховых особей по накоплению в волосах железа на 170,5 (P<0,01) и 55,8 %, йода – на 231,0 (P<0,01) и 63,7 %; селена – на 27,5 (P<0,01) и 47,4 % (P<0,001) соответственно, уступали кобылам арабской чистокровной породы по накоплению в волосах цинка на 8,9 % (P<0,05) (табл. 2).

Таблица 2. Содержание эссенциальных микроэлементов в волосах с гривы лошадей в зависимости от породной принадлежности, мкг/г

Элемент	Порода		
	ахалтекинская	арабская чистокровная	чистокровная верховая
	M±m	M±m	M±m
Co	0,1±0,014	0,058±0,026	0,074±0,018
Cr	0,331±0,052	0,246±0,093	0,320±0,062
Cu	5,39±0,314	6,56±0,418	5,67±0,179
Fe	266,1±44,71	98,38±31,66**	170,8±35,92
I	0,591±0,145	0,179±0,056**	0,361±0,089
Mn	6,25±0,954	3,79±2,19	5,09±1,12
Se	0,653±0,048	0,512±0,037**	0,443±0,017***
Zn	138,4±3,37	151,9±4,16*	123,0±4,08*

Примечание: * – при P<0,05; ** – при P<0,01; *** – при P<0,001
(по отношению к ахалтекинской породе)

Концентрация условно-эссенциальных элементов в волосах кобыл ахалтекинской породы была выше относительно сверстниц арабской чистокровной и чистокровной верховой пород на 57,5 (P<0,05) и 138,9 % (P<0,001) для лития, на 90,2 и 40,5 % (P<0,05) – для ванадия.

При сравнении концентрации токсичных элементов в волосах изучаемых групп было выявлено, что статистически значимые отличия наблюдались по содержанию свинца, алюминия и мышьяка. Так, в волосах кобыл ахалтекинской породы содержалось меньше свинца по сравнению с арабской чистокровной и чистокровной верховой породами соответственно на 39,9 (P<0,05) и 32,4 % (P<0,05). По содержанию алюминия они достоверно превосходили сверстниц арабской чистокровной породы на 61,7 (P<0,01), мышьяка – на 42,7 (P<0,01).

Обсуждение полученных результатов.

Объективная оценка элементного состава волос позволила выявить значительные различия в элементном статусе сравниваемых групп животных. Анализируя полученные результаты, можно констатировать, что практически все вышеописанные изменения в концентрациях химических элементов в волосах с гривы лошадей определялись под влиянием породных особенностей животных [8].

Остановливаясь на отдельных параметрах, можно отметить, что выявленное в нашем эксперименте статистически достоверное понижение содержания йода на 69,7 ($P<0,01$) и 38,9 %; селена – на 21,6 ($P<0,01$) и 32,2 % ($P<0,001$) в волосах лошадей арабской чистокровной и чистокровной верховой пород относительно сверстниц ахалтекинской породы может быть связано с повышением сорбции антагониста этих элементов – свинца на 66,4 ($P<0,05$) и 47,9 % ($P<0,05$) соответственно [9, 10]. Пониженное содержание йода и селена в волосах особей арабской чистокровной и чистокровной верховой пород требует дополнительного изучения, так как может свидетельствовать о дефиците этих микроэлементов в организме, что в свою очередь может негативно сказаться на их воспроизводительной способности [11, 12].

Однако сложно интерпретировать полученные данные без наличия «физиологических норм» концентрации химических элементов в волосах с гривы лошадей. Поэтому дальнейшая работа над проблемой предполагает определение референтных и процентильных интервалов концентраций химических элементов в волосах гривы лошадей в связи с их пулом в организме.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда (проект № 17-16-01109)

Литература

1. Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В. Особенности элементного состава шерсти и адаптационные способности тёлочек импортной селекции в зависимости от их продуктивности // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 39-44.
2. Скальный А.В. Микроэлементозы человека: гигиеническая диагностика и коррекция // Микроэлементы в медицине. 2000. Т. 1. № 1. С. 2-8.
3. Региональные особенности элементного состава шерсти крупного рогатого скота (результаты пилотного исследования) / С.А. Мирошников, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 7-10.
4. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. СПб., 2008. 544 с.
5. Аналитические методы в биоэлементологии / А.В. Скальный, Е.В. Лакарова, В.В. Кузнецов, М.Г. Скальная; под ред. А.В. Скального, С.П. Нечипоренко. СПб.: Наука, 2009. 264 с.
6. Информативность биосубстратов при оценке элементного статуса сельскохозяйственных животных (обзор) / А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.М. Мирошников // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 53-58.
7. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S. Miroshnikov, A. Kharlamov, O. Zavyalov, A. Frolov, G. Duskaev, I. Bolodurina, O. Arapova // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Т. 14. № 9. С. 632-636.
8. Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе / С.А. Мирошников, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Кудашева, А.Г. Зелепухин, А.Х. Заверюха, В.Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 94-99.
9. Лебедев С.В., Барышева Е.С., Малышева Н.В. Степень накопления и особенности взаимодействия токсичных и эссенциальных элементов в организме лабораторных животных (экспериментальные исследования) // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 2. С. 33-35.

10. Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий / С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 9-14.

11. Селен и проблема репродуктивного женского здоровья / Т.М. Гусейнов, Ф.Р. Яхьяева, Э.С. Багирова, Р.Т. Гулиева // Микроэлементы в медицине. 2012. № 13(1). С. 25-28.

12. Влияние дефицита йода на репродуктивное здоровье женщины / Р.М. Есаян, А.В. Секинаева, Н.К. Рунихина, Е.А. Ушкалова // Гинекология. 2013. № 2. С. 33-36.

Мирошников Сергей Александрович, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор 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: vniims.or@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

Фролов Алексей Николаевич, 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: forleh@mail.ru

Курилкина Марина Яковлевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: icvniims@mail.ru

Атрощенко Михаил Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии размножения ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», 391105, Рязанская область, Рыбновский район, пос. Дивово, тел.: 8(4912)24-02-65, e-mail: atomiks-77@mail.ru

Поступила в редакцию 28 мая 2018 года

UDC 636.085:577.17:636.1

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich¹, Zavyalov Oleg Aleksandrovich¹, Frolov Alexey Nikolaevich¹, Kurilkina Marina Yakovlevna¹, Atroshchenko Mikhail Mikhaylovich²

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

² FSBSI «All-Russian Research Institute of Horse Breeding», e-mail: atomiks-77@mail.ru

The influence of breed on the horses' elemental status

Summary. The research of elemental status of horses in connection with the breed was carried out. The experiment was carried out on the model of purebred mares, Akhal-Teke and Arabian breeds in the environment of one biochemical province (Stavropol Territory). The live weight of mares at the selection of hair samples was 440-550 kg, age – 4-6 years. Selection of hair samples was performed by biosubstrates selecting method from the manes of animals formed at the same time period that was achieved by cutting hair at a distance of 1 cm from the skin, followed by truncation of the hair and preservation of a 4 cm long hair band corresponding to the formation November-February period. Elemental composition of hair was determined by the atomic emission and mass spectrometry (AES-ISP and MS-ISP) methods. It was established that Akhal-Teke breed mares exceeded the animals of the Arabian breed and purebred horse breeds by the content in the hair of potassium by 50.9 and 82.4 % ($P<0.05$), sodium – by 173.0 ($P<0.05$) and 120.6 % ($P<0.01$), iron – by 170.5 ($P<0.01$) and 47.41 %; iodine – by 231.0 ($P<0.01$) and 63.7 %; selenium – by 27.5 ($P<0.01$) and 47.4 % ($P<0.001$), while the content of magnesium were significantly lower than of purebred breed by 43.4 % ($P<0.05$), content of zinc in hair was lower than in Arabian breed mares – by 8.9 % ($P<0.05$). The hair of the Akhal-Teke breed mares contained less lead, respectively, by 39.9 ($P<0.05$) and 32.4 % ($P<0.05$).

Key words: horses, horse-hair, elemental status, chemical elements, purebred horse, Akhal-Teke horse breed, Arabian breed.

УДК 636.033 (470.64)

Эффективность откорма и адаптационные способности калмыцких и швицких бычков в горных условиях Кабардино-Балкарской Республики

А.И. Отаров¹, Ф.Г. Каюмов², Р.Ф. Третьякова²

¹ Институт сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. Республика Кабардино-Балкария активно завозит скот калмыцкой породы для дальнейшего развития специализированной отрасли мясного скотоводства. Селекционно-племенная работа сосредоточена в 3 хозяйствах с общей численностью 1053 головы чистопородного скота. Цель исследований состояла в оценке эффективности выращивания и адаптационной способности бычков калмыцкой породы в сравнительном аспекте с их швицкими сверстниками. Для опыта были сформированы две группы бычков швицкой (I группа) и калмыцкой (II группа) пород. Средний возраст животных – 8 месяцев. Рацион бычков (в период 8-15 месяцев) составлял 3 кг сена лугового, 3 кг ячменной соломы, 20 кг кукурузного силоса и 4 кг комбикорма, с 15-месячного возраста до конца откорма – 30 кг кукурузного силоса, 3 кг сена лугового и 6 кг комбикорма. Контроль физиологического состояния проводили на основании гематологических исследований в возрасте 8, 15 и 18 месяцев. Установлено, что кровь калмыцких животных более насыщена гемоглобином и содержит больше эритроцитов на единицу объёма, что свидетельствует о высокой интенсивности метаболизма в их организме. Сравнительная оценка весового роста бычков изучаемых пород показала, что незначительное преимущество в подсосный период имел швицкий молодняк, а после отъёма интенсивность роста калмыцкого молодняка была выше сверстников. Анализ оплаты корма приростами живой массы у подопытных бычков установил минимальные затраты корма во все учётные периоды в группе калмыцких животных.

Ключевые слова: мясное скотоводство, бычки, калмыцкая порода, швицкая порода, откорм бычков, предгорная и горная зона, продуктивность бычков, адаптационные способности бычков.

Введение.

Развитию животноводческой отрасли в Республике Кабардино-Балкария благоприятствуют значительные площади сельскохозяйственных угодий и большая доля сельского населения, для которой животноводство является традиционной сферой деятельности [1, 2]. Так, в структуре имеющихся 659,1 тыс. га земли сельскохозяйственного назначения естественные пастбища занимают 47,7 %, пашня – 43,4 %, сенокосы – 8,9 %.

Период перехода страны к рыночной экономике сопровождался сокращением поголовья скота. Однако с начала 2010 года в республике наметилась тенденция к росту численности сельскохозяйственных животных. Во многом этому способствовала целевая государственная программа по развитию молочного и мясного скотоводства на 2013-2020 годы. В рамках её реализации на 01.01.18 г. поголовье мясного скота превышает 29 тыс. голов, которые рассредоточены по хозяйственным субъектам разной формы собственности, в том числе 6,7 % – в крупных племенных предприятиях, в крестьянских фермерских хозяйствах – 7,75 %, в личных подсобных хозяйствах – 85,5 % [3]. Анализ породного состава свидетельствует о значительном распространении калмыцкого скота. Также в республике районированы герефорды, абердин-ангусы, симменталы и казахская белоголовая порода.

Калмыцкая порода скота играет важную роль в совершенствовании отрасли мясного скотоводства. Её активно используют при межпородном скрещивании для создания товарных мясных стад [4-6]. Племенная работа сосредоточена в 3 специализированных хозяйствах с общей численностью 1053 головы чистопородного скота. Выбор калмыцкого скота как базовой породы для ре-

гона основывался на ценных биологических и продуктивных качествах. Неприхотливость к условиям выращивания и хорошая воспроизводительная способность коров способствовали широкому распространению калмыцкого скота в республике [7].

Следует отметить, что несмотря на наметившийся рост численности специализированного мясного скота и увеличение его доли в структуре пород, основным источником говядины по-прежнему остаётся откорм свёрхремонтного молодняка молочного и комбинированного направления продуктивности [8].

Цель исследований.

Оценка эффективности выращивания и адаптационных способностей бычков калмыцкой породы в сравнительном аспекте с их швицкими сверстниками.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Чистопородные бычки калмыцкой и швицкой пород от 8 до 18 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 формирования стада племенного калмыцкого скота из республики Калмыкия в ООО «Малка» Зольского района КБР в октябре-ноябре 2014 г. было завезено 170 голов племенных тёлочек и 20 голов бычков 8-месячного возраста, 130 тёлочек того же возраста – в 2015 г. При этом место проведения научно-хозяйственного опыта находилось на уровне 800-900 м над уровнем моря. Всё поголовье содержали отдельно на карантине в течение двух месяцев на территории хозяйства под навесом с выгульной кормовой площадкой. В период карантина были проведены все необходимые ветеринарно-санитарные мероприятия по острозаразным и инфекционным болезням.

После получения отрицательных результатов по заболеваниям для постановки опыта были сформированы две группы бычков (в каждой группе по 10 голов) швицкой (I группа) и калмыцкой (II группа) пород. Средний возраст животных составлял 8 месяцев (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Средняя живая масса одной головы при постановке опыта (кг)	Средний возраст при постановке опыта (мес.)	Особенности кормления
Швицкая	180,3±2,3	8	Основной рацион, имеющийся в хозяйстве (среднесуточный прирост живой массы от 800 до 900 г)
Калмыцкая	173,8±3,4	8	

Опыт продолжался от 8- до 18-месячного возраста. Все исследования проводились на фоне кормления в стойловый период, позволяющего получать среднесуточные приросты живой массы в пределах 800-900 г.

На основании данных по живой массе рассчитывали среднесуточный, абсолютный и относительный приросты по возрастным периодам. Расход кормов определяли по разности заданных кормов и не съеденных остатков.

74 **Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве**

В период с ноября 2014 по май 2015 года рацион бычков (в возрасте 8-15 месяцев) составлял 3 кг сена лугового, 3 кг ячменной соломы, 20 кг кукурузного силоса и 4 кг комбикорма, с 15-месячного возраста до конца откорма рацион составил 30 кг кукурузного силоса, 3 кг сена лугового и 6 кг комбикорма на голову в сутки.

По периодам выращивания (в 8, 15 и 18 месяцев) от трёх голов из каждой группы были взяты пробы крови для проведения гематологических исследований.

Весовой рост подопытных бычков контролировали путём ежемесячного взвешивания на электронных весах.

Оборудование и технические средства. Электронные весы «ВСП4-Ж» (Россия). Количество эритроцитов и лейкоцитов в 1 см³ крови определяли в камере Горяева, концентрацию гемоглобина – с помощью гемометра Сали в комплексной аналитической лаборатории Института сельского хозяйства Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук.

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали методы вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1970) 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.

В результате проведённых исследований установлено, что у бычков калмыцкой породы кровь более насыщена гемоглобином и содержит больше эритроцитов и лейкоцитов по сравнению с животными швицкой породы (табл. 2).

Таблица 2. Гематологические показатели бычков на откорме

Показатель	Порода	
	швицкая	калмыцкая
В возрасте 8 месяцев		
Гемоглобин, %	56,4	58,6
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,14	7,45
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	8,34	8,50
В возрасте 15 месяцев		
Гемоглобин, %	58,1	59,5
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,70	7,99
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	8,24	8,72
В возрасте 18 месяцев		
Гемоглобин, %	57,3	59,0
Эритроциты, 10 ¹² /л	7,15	8,07
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	8,18	8,50

Анализ морфологического состава крови подопытного молодняка свидетельствует об увеличении концентрации гемоглобина и эритроцитов. Эти изменения связаны с ускорением обменных процессов в организме бычков, отразившихся на интенсивности весового роста.

Динамика изменчивости форменных элементов крови и содержания гемоглобина показала большую устойчивость метаболических процессов у калмыцкого молодняка по сравнению со сверстниками швицкой породы.

Калмыцкий молодняк относительно мелкоплоден (табл. 3). Средняя живая масса швицких телят при рождении на 6,1 кг (28,5 %) превышала показатели сверстников. К отъёму величина разницы и ранг распределения по весовому росту сохранились.

Таблица 3. Динамика живой массы подопытных бычков, кг ($X \pm S_x$)

Возраст, мес.	Группа	
	швицкая	калмыцкая
При рождении	27,5±0,12***	21,4±0,34
8	180,3±2,3	173,8±3,4
15	341,3±1,4	340,4±2,0
18	428,1±3,1	428,2±3,5

Примечание: достоверность разницы между группами *** – $P < 0,001$

К 15-месячному возрасту живая масса подопытных бычков достигла уровня 340,4-341,3 кг при незначительном преимуществе животных швицкой породы. К концу опыта весовой рост швицких и калмыцких животных находился на одинаковом уровне.

В подсосный период выращивания (0-8 мес.) абсолютный прирост молодняка швицкой породы на 0,4 кг превосходил аналогичный показатель калмыцких сверстников (табл. 4). После отъёма телят от матерей и до конца откорма анализируемый параметр у бычков отечественной породы был стабильно на максимальном уровне. Так, в период с 8- до 15-месячного возраста абсолютный прирост калмыцких животных превышал на 5,6 кг показатель сверстников. На заключительном этапе откорма разница составляла 1,0 кг. А в целом за весь период выращивания превосходство бычков II группы установилось на уровне 6,2 кг.

Таблица 4. Интенсивность весового роста подопытных бычков

Возрастной период, мес.	Группа	
	швицкая	калмыцкая
Абсолютный прирост, кг		
0-8	152,8	152,4
8-15	161,0	166,6
15-18	86,8	87,8
0-18	400,6	406,8
Относительный прирост, %		
0-8	147,1	146,7
8-15	155,0	160,3
15-18	83,5	84,5
0-18	175,9	181,0
Среднесуточный прирост, г		
0-8	628,8	627,2
8-15	755,9	782,2
15-18	953,8	964,8
0-18	732,4	743,7

Возрастная изменчивость относительного прироста повторяла динамику абсолютного прироста. Напряжённость роста в подсосный период была выше у швицких бычков на 0,4 %. После отъёма ранг распределения животных изменился на противоположный. За весь период контрольного выращивания максимальный относительный прирост был проявлен молодняком калмыцкой породы, превышая аналогичный показатель швицких животных на 5,1 %.

При анализе среднесуточного прироста установлена минимальная межгрупповая разница во все изучаемые периоды выращивания. Наивысшая дистанция между оцениваемыми генотипами была достигнута на возрастном интервале 8-15 месяцев – 26,3 г (3,48 %) в пользу отечественной

76 **Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве**

породы мясного скота. Подсосный этап выращивания характеризовался незначительными межпородными различиями по интенсивности весового роста. А за весь период опыта зафиксировано несущественное преимущество калмыцкого молодняка на уровне 11,3 г (1,54 %).

Однако изменения в весовом росте не в полной мере отражают эффективность выращивания молодняка разных пород. В связи с этим нами проведён анализ оплаты корма приростами живой массы у подопытных бычков (табл. 5). Минимальные затраты корма во все учётные периоды зафиксированы в группе калмыцких животных. Так, на этапе подсосного выращивания швицкий молодняк затратил на 0,2 корм. ед. (4,3 %) больше своих сверстников отечественного генотипа. В следующий возрастной период (8-15 мес.) различия возросли до 0,9 корм. ед. (7,8 %). Максимальная эффективность калмыцких бычков, затративших на единицу прироста массы тела на 1,7 корм. ед. (15,6 %) меньше относительно швицких аналогов, зафиксирована в период 15-18 мес.

Таблица 5. Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы

Породная группа	Затраты на 1 кг прироста по возрастным периодам							
	0-8 мес.		8-15 мес.		15-18 мес.		за 18 мес.	
	корм. ед., кг	%	корм. ед., кг	%	корм. ед., кг	%	корм. ед., кг	%
Швицкая	4,7	100,0	11,5	100,0	10,9	100,0	10,1	100,0
Калмыцкая	4,5	95,7	10,6	92,2	9,2	84,4	8,7	86,1

Обсуждение полученных результатов.

Смена эколого-климатических условий выращивания сельскохозяйственных животных неизбежно сказывается на продуктивности и воспроизводительной способности в силу модифицирующего воздействия факторов внешней среды. Причём степень контрастности средовых факторов во многом определяет эффект изменчивости хозяйственно-полезных признаков [9-11]. Способность животных противостоять или устойчиво реагировать на изменения в окружающей среде являются ценными биологическими свойствами организмов. С этой точки зрения калмыцкий скот не имеет аналогов среди разводимых пород мясного скота в России. Неприхотливость к условиям выращивания и лёгкость адаптации в разнообразной среде создали предпосылки для повсеместного распространения калмыцкой породы на территории России [12, 13].

Наши исследования проведены на бычках, завезённых из сухостепной зоны Калмыцкой Республики в предгорную зону Северного Кавказа. Сравнительный анализ адаптационных способностей калмыцких и швицких животных, которые приспособлены к предгорному климату Кавказа, не выявил значительных межгрупповых различий. Так, оценка физиологического статуса на основании гематологических параметров показала некоторое превосходство калмыцкого молодняка по концентрации эритроцитов и насыщенности крови гемоглобином, что свидетельствовало о интенсивности обменных процессов в организме. В то же время весовой рост бычков разных генотипов был на одинаковом уровне. Полученные результаты согласуются с ранее проведёнными исследованиями в условиях горных лугов Кабардино-Балкарской Республики [14].

Вопросам адаптации мясного скота посвящено множество работ, что связано с высокой актуальностью проблемы. А изучение приспособительных качеств основывается на оценке морфологического, биохимического составов крови, физиологического статуса, уровня продуктивности в конкретных условиях среды [15-18].

Выводы.

Калмыцкий молодняк сравнительно легко адаптируется к предгорной зоне Северного Кавказа. Об этом можно судить по гематологическим параметрам, которые не выходили за пределы физиологической нормы и свидетельствовали о сравнительно высокой интенсивности обменных процессов по сравнению со сверстниками швицкой породы. По скорости весового роста бычки отечественного генотипа не уступали более адаптированным аналогам. Оценка эффективности использования корма доказала высокую конкурентоспособность калмыцкой породы.

Литература

1. Отаров А.И. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в Кабардино-Балкарской Республике // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 3(91). С. 137-140.
2. Отаров А.И., Каюмов Ф.Г., Герасимов Н.П. Эффективность промышленного скрещивания коров красной степной породы с герефордскими быками в Кабардино-Балкарской Республике // Эффективное животноводство. 2018. № 1(140). С. 30-32.
3. Кабардино-Балкарская республика: статистический сборник Каббалкстатуправления за 2014-2016 гг. Нальчик, 2017.
4. Калашников В., Левахин В. Мясное скотоводство и пути его развития в России // Молочное и мясное скотоводство. 2004. № 6. С. 2-5.
5. Каюмов Ф.Г., Баринов В.Э., Манджиев Н.В. Калмыцкий скот и пути его совершенствования. Оренбург: Агентство Пресса, 2015. 158 с.
6. Повышение мясной продуктивности и качества мяса скота калмыцкой породы методом вводного скрещивания / Ф.Г. Каюмов, А.В. Кудашева, Н.А. Калашников, Т.М. Сидихов // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 38-44.
7. Отаров А.И., Каюмов Ф.Г., Отарова Р.М. Калмыцкая порода скота в горах Кабардино-Балкарской Республики // 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. Оренбург, 2016. Ч. 1. С. 131-135.
8. Эрнст Л.К., Мазуровский Л.З., Герасимов Н.П. Использование внутривидовых резервов при селекции мясного скота // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 6. С. 35-40.
9. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М. Влияние генетических и паратипических факторов на продуктивность тёлочек герефордской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. Т. 1. № 13-1. С. 81-83.
10. Мазуровский Л.З., Герасимов Н.П., Заикина Е.В. Племенная ценность и адаптационные качества бычков герефордской породы разных эколого-генетических групп // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(1). С. 36-41.
11. 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.
12. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф., Герасимов Н.П. Селекционно-племенная работа с калмыцкой породой на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2017. № 3(48). С. 64-72.
13. Сравнительная оценка бычков калмыцкой породы новосозданных заводских типов / Ф.Г. Каюмов, Е.Д. Куш, Л.М. Половинко, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 21-28.
14. Отаров А.И. Сравнительная характеристика гематологических показателей и прироста калмыцкого и швицкого скота при использовании фитоценоза горных лугов Кабардино-Балкарской Республики // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф.: в 3-х т. Барнаул, 2017. Т. 2. С. 274-277.
15. Герасимов Н.П. Фенотипическое разнообразие тёлочек герефордской породы в зависимости от паратипических факторов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 13. С. 125.
16. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П. Динамика гематологических показателей тёлочек герефордской породы разных типов телосложения по периодам года // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 74-79.
17. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Моос Ю.Э. Показатели естественной резистентности тёлочек герефордской породы различных эколого-генетических групп // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 79-81.

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

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

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

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

Поступила в редакцию 8 мая 2018 года

UDC 636.033(470.64)

Otarov Amash Iskhakovich¹, Kayumov Foat Galimovich², Tretyakova Ruzia Foatovna²

¹ *Institute of Agriculture of the Kabardino-Balkar Scientific Center Russian Academy of Sciences*, e-mail: kbniish2007@yandex.ru

² *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»*, e-mail: vniims.or@mail.ru

Efficiency of fattening and adaptive abilities of Kalmyk and Swiss bulls in the mountainous conditions of the Kabardino-Balkaria Republic

Summary. The Republic of Kabardino-Balkaria is actively importing livestock of the Kalmyk breed for the further development of beef cattle breeding. Selection and breeding work is concentrated in 3 farms with a total number of 1053 heads of purebred cattle. The purpose of the studies was to assess the effectiveness of growing and adaptive ability of the Kalmyk bulls in a comparative aspect with Swiss animals of the same age. Two groups of bulls Swiss (group I) and Kalmyk (group II) were formed for the experiment.

The average age of animals is 8 months. The diet of bull-calves (in the period of 8-15 months) was 3 kg of meadow hay, 3 kg of barley straw, 20 kg of corn silage and 4 kg of mixed fodder, from the age of 15 months until the end of fattening – 30 kg of corn silage, 3 kg of meadow hay and 6 kg of mixed feed. The control over the physiological state was carried out on the basis of hematologic studies at the age of 8, 15 and 18 months. It is established that blood of the Kalmyk animals is more saturated with hemoglobin and contains more erythrocytes per unit of volume, which indicates a high intensity of metabolism in their body. A comparative estimate of weight gain of bulls of the studied breeds showed that Swiss young cattle had an insignificant advantage in the suckling period, though the Kalmyk young cattle had higher growth intensity after weaning.

Feed efficiency was analyzed according to live weight gain and it was established that the Kalmyk animals had the minimal feed costs in all record periods.

Key words: beef cattle breeding, bulls, Kalmyk breed, Swiss breed, fattening of bulls, foothill and mountain zone, productivity of bulls, adaptive abilities of bull.

УДК 636.08:591.1

Влияние различных стресс-факторов на организм сельскохозяйственных животных (обзор)

Е.А. Ажмулдинов¹, М.А. Кизаев¹, М.Г. Титов¹, И.А. Бабичева²

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

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. К стрессам наиболее расположены молодые, племенные и высокопродуктивные животные. Чувствительность организма к ним повышается при нарушениях содержания и кормления, при длительном отрицательном действии естественных климатических факторов, а также при одновременном воздействии двух или нескольких стресс-факторов.

Стресс приводит к потерям живой массы и мясной продукции, но самое важное – это изменение бактериального баланса кишечника, что, в свою очередь, влияет на иммунитет. Учёные выяснили, что одно из последствий стресса – изменения в составе, разнообразии и количестве бактерий в кишечнике. К тому же в кишечнике возрастает количество потенциально опасных бактерий, таких как клостридии.

Желудочно-кишечные изменения в процессе переваривания и всасывания питательных веществ корма могут нанести ущерб здоровью, продуктивности и благосостоянию животных. Поэтому нормальное физиологическое состояние кишечника имеет большое значение для организма животного. Желудочно-кишечный тракт очень чувствителен к воздействию внешних стресс-факторов, таких как тепловые нагрузки, отъём и транспортировка.

Стресс может влиять на траекторию развития кишечного барьера, и связан с увеличением проницаемости кишечника. Действительно, эффекты стресса на проницаемость кишечника сложны в ответе на острое стрессовое состояние и увеличивают проницаемость кишечника. Микробиота кишечника вовлечена в различные связанные со стрессом состояния, включая тревогу, депрессию и синдром раздражённой толстой кишки.

Наиболее значимыми, влияющими на жизнедеятельность и продуктивность сельскохозяйственных животных являются: высокие температуры, смешивание различных видов и возрастных групп, плохие дорожные условия, и влажность, переполненность, высокая скорость воздуха, шум, движение, грубое обращение во время погрузки и разгрузки. Наиболее острыми из стрессоров являются температурный стресс, отъём и транспортный стресс, которые вызывают изменения в составе крови, кишечника, потери живой массы, мясной продукции.

В настоящем обзоре рассматривается вопрос влияния технологических стрессов на кишечную микробиоту и потери мясной продукции.

Ключевые слова: сельскохозяйственные животные, кишечный барьер, стресс, транслокация, микроорганизмы.

Введение.

«Кишечный барьер» – это термин, который недавно был установлен гастроэнтерологами, иммунологами и микробиологами, чтобы подчеркнуть компонент кишечника, который защищает организм от бактериального вторжения патогенных микроорганизмов и их токсинов [1]. Поэтому средства оценки барьерных функций отличались от подходов электрофизиологов и заключались в измерении транслокации бактерий или бактериальных продуктов, таких как эндотоксин из кишечника в порталную вену, в печень или в общий кровоток. Вероятно, механизмы, определяющие потоки электролита, проницаемость углеводов и бактериальную транслокацию, весьма различны, однако все подходы имеют общий характер, когда измеряется перенос определённых молекул через стенку кишечника (или её части).

Таким образом, согласно предложенным определениям учёных из США и Европы, проницаемость кишечника можно сформулировать как измеримую особенность кишечного барьера. Предлагаемые определения связаны с вышеупомянутым здоровьем кишечника, которое, как считается, тесно связано с кишечным барьером и кишечной проницаемостью [2-15].

Предлагаемые определения, по мнению Camilleri M, Madsen K, Spiller R и других учёных, дают более описательный подход [15]:

1) Слизистый барьер представляет собой сложную структуру, которая отделяет внутреннюю среду от внешней среды.

2) Физически барьер включает клеточные и стромальные компоненты, от эндотелия сосудов до подкладки эпителиальных клеток и слой слизи, который состоит из геля, образованного взаимодействием различных секретов слизистой оболочки, а именно муцины, триглицериды и липиды поверхностно-активных веществ.

3) Помимо физического барьера существует химический барьер, состоящий из пищеварительных секретов, антимикробных пептидов и других клеточных продуктов (цитокины, воспалительные медиаторы и т. д.).

4) Также микробиота кишечника может рассматриваться как барьер.

5) Иммунные функции вносят вклад в барьер.

Основная функция кишечного барьера – регулировать поглощение питательных веществ, электролитов и воды из просвета в кровоток и предотвращать проникновение патогенных микроорганизмов и токсичных веществ [16]. Кроме того, по утверждению новозеландских учёных, регулирование обмена молекул между окружающей средой и хозяином через кишечный барьер влияет на равновесие между толерантностью и иммунитетом [15-16]. Исследователи Turner J.R. из Чикагского университета, Yen T.H. и Wright N.A. из Лондонского научно-исследовательского института и Jeffery I.B., Claesson M.J., O'Toole P.W., Shanahan F. из Университетского колледжа Корк (Ирландия) говорят, что со структурной точки зрения эти функции сохраняются рядом признаков, включая слизистый слой и монослой эпителиальных клеток, связанных между собой плотными соединениями [17-19]. Слой слизи, по утверждению Camilleri M., Lasch K., Zhou W., содержащий секреторный иммуноглобулин (Ig) и антимикробные пептиды, покрывает эпителиальную клеточную оболочку, которая функционирует для облегчения переноса из желудочно-кишечного тракта и в качестве защитного слоя против бактериальной инвазии. Слизистая оболочка состоит из двух слоёв, внешнего и внутреннего, образующих высокогликозилированные белки, называемые муцинами. Они производятся и поддерживаются бокаловидными клетками, которые обновляют внутренний слизистый слой примерно каждый час [20]. Эти динамические процессы подвержены обширному и непрерывному взаимодействию с кишечной микробиотой, нарушение которой может иметь последствия для жизнеобеспечения ключевых барьерных функций, говорится в исследованиях Salzman N.H. [21].

Исследователи из США, Европы утверждают, что стресс может влиять на степень развития кишечного барьера [21-23], что напрямую связано с увеличением проницаемости кишечника [24]. Эффекты влияния стресса на проницаемость кишечника сложны и, вероятно, связаны как с кишечником, так и с головным мозгом. Вызванный стрессом фактор высвобождения кортикотропина (АКТГ) и его рецепторов играет ключевую роль в дисфункции кишечной проницаемости [25]. Исследователями Pearson J.P., Brownlee I.A. из университета Ньюкасла (Великобритания) установлено, что в ответ на острое стрессовое воздействие увеличивается проницаемость кишечника, что связано с развитием висцеральной гиперчувствительности. Главным проявлением висцеральной гиперчувствительности считается висцеральная гипералгезия. Последнее означает, что болевые импульсы часто возникают при раздражительной реакции афферентных нервных окончаний спинномозгового нерва или блуждающего нерва, после чего они передаются в головной мозг [26].

Увеличению проницаемости кишечника, по мнению Ait-Belgnaoui A. и других исследователей, может предшествовать воспаление слизистой оболочки и стать основным циклом прямой передачи между воспалительными реакциями и барьерной дисфункцией, что отражается на состо-

янии иммунной системы. Системное воспаление может увеличить проницаемость кишечного барьера и, таким образом, вызвать транслокацию комменсальных бактерий с дальнейшими последствиями для системного воспаления [27].

Тепловой стресс приводит к повышению проницаемости кишечника у свиней [28], что облегчает пассивную неопосредованную диффузию как малых (например, D-лактата), так и больших молекул (например липополисахарида) из желудочно-кишечного тракта в кровеносную систему. В эксперименте французских и пекинских учёных Ait-Belgnaoui A., Yu J. и других, концентрация D-лактата в крови (продукт микробного метаболизма), измерялась как биомаркер проникновения из кишечника. Как и ожидалось, концентрация D-лактата увеличивалась во время теплового стресса, что предполагает нарушение функции барьера кишечника [27, 28]. В подтверждение этого кишечные антимикробные пептиды уменьшились из-за хронического теплового стресса. Laganá C. и Pearce S.C. говорят, что на самом деле кишечные антимикробные пептиды играют важную роль в дефосфорилировании липополисахаридов, их уменьшении и ограничении бактериальной транслокации [29-30]. Демиссия антимикробных пептидов в кишечнике в результате острого теплового стресса снижает кишечную способность детоксифицировать липополисахариды, что приводит к энтеритам. Одновременно уменьшается уровень тиреоидного гормона трийодтиронина (T_3), по утверждению Pereira A.M. [31], что способствует нарушению регуляции активности антимикробных пептидов на уровне транскрипции по исследованиям Cruzen S. и его коллег [32].

Острый тепловой стресс отрицательно влияет на целостность кишечника и барьерную функцию, что было подчеркнуто в исследованиях многих ученых из США, КНР и Китая.

Желудочно-кишечный тракт очень чувствителен к тепловым нагрузкам [33]. Острый тепловой стресс изменяет эпителий желудочно-кишечного тракта животных и повышает проницаемость кишечника для эндотоксинов, таких как липополисахарид, что приводит к низкой продуктивности и производительности животных, а также к увеличению заболеваемости и смертности [34, 35]. Кроме того, острый тепловой стресс вызывает гипоксию и воспаление кишечного эпителия [35, 36], которые регулируются белками тонкого отдела, включая трансмембранные белки, поддерживающие функцию и целостность кишечника. Кроме того, тепловой стресс снижает уровень гормонов щитовидной железы (трийодтиронина) [36], что приводит к снижению регуляции щелочной фосфатазы кишечника, обеспечивающей его защитную функцию. Острый тепловой стресс также влияет на кишечник на молекулярном уровне, включая изменения экспрессии гена биохимических адаптаций. Например, исследования учёных из Нидерландов Varasteh S., Braber S., Akbari P., Garssen J., Fink-Gremmels J. продемонстрировали, что острый тепловой стресс может увеличивать экспрессию HSP27, HSP70, HSP90 и mPHK, запускать сигнальные пути в среднем отделе тонкого кишечника животных через 3 дня влияния теплового стресса [37].

Эксперимент Pereira A.M., Vaccari F. Jr., Titto E.A., Almeida J.A. показал, что воздействие на животных постоянным мягким тепловым стрессом ($+30^{\circ}\text{C}$ в течение 3 недель) приводило к уменьшению потребления корма, ежедневному увеличению температуры тела, частоты дыхания [38]. Изменения этих параметров, которые являются индикаторами воздействия теплового стресса на животных, говорят о том, что они находились в условиях умеренной гипертермии. В процессе эволюции теплокровные животные выработали механизм защиты от теплового воздействия путём регулирования эндокринной системы. Происходило заметное снижение уровня гормона щитовидной железы трийодтиронина (T_3) и соматотропного гормона в крови (СТГ) [39], что приводило к увеличению теплоотдачи в организме по данным Yanjun Cui, Xianhong Gu. Это открытие соответствовало результатам аналогичных экспериментов Soumya Dash и других учёных по тепловому стрессу у молочных коров и другого крупного рогатого скота [40].

При влиянии теплового стресса на бройлеров учёные из университета Нью-Мексико (США) Dokladny K., Moseley P.L., Ma T.Y. выявляли морфологические изменения в тонком кишечнике. Отшелушивание эпителия слизистой оболочки и укороченная высота кишечных ворсинок и складок указывают на повреждение кишечного эпителия, что приводит к повышению проницаемости [41].

При воздействии данного стресса на свиней, по результатам исследований Gabler N., Pearce S.C., увеличивается кровоток к периферическим частям тела, что поддерживается вазоконстрикцией желудочно-кишечного тракта. В результате происходит снижение притока крови и питательных веществ, что приводит к гипоксии в эпителии кишечника и в конечном итоге ставит под угрозу целостность и функцию кишечника [42]. Вызванная высокой температурой кишечная проницаемость, по мнению американского учёного Hall D.M., связана с увеличением метаболитов в крови (креатинина, мочевины, билирубина), эндотоксемией, гипоксией, которые могут способствовать синдрому множественной органной недостаточности [43].

Поскольку желудочно-кишечный тракт очень чувствителен к высоким температурам, а изменённая слизистая оболочка является основным материалом для патобиологии при гипертермии, что подчеркивается в исследованиях Dokladny K., Prosser C. и других, для изучения повреждённого тепловым стрессом кишечника многочисленные модели животных и клеточной культуры [44-45].

По утверждению Kregel K.C. воспаление и гипоксия регулируются трансмембранными белками наряду с белками теплового шока (HSP) и факторами индуцированными гипоксией [46]. Дополнительные последствия изменённой кишечной проницаемости приводят к различиям по усвояемости и абсорбции питательных веществ в кишечном эпителии.

Так, исследованиями других зарубежных учёных установлено, что тепловой стресс перераспределяет кровь на периферию, что приводит к уменьшению притока крови к эпителию кишечника и может привести к гипоксии, истощению запасов АТФ, окислительному стрессу и апоптозу. Сниженное осмотическое давление выравнивается за счёт повышения активности ионного насоса, который является значительным источником затрат энергии клеток всего организма [47].

Во время теплового шока клетки также становятся более проницаемыми для натрия и требуют больше энергии для поддержания гомеостаза, мембранного потенциала и активного переноса питательных веществ [48, 49]. Таким образом, это, вероятно, объясняет увеличение кишечного Na^+/K^+ насоса. Активность АТФазы наблюдается в модели теплового стресса. Происходит увеличение клеточного стресса в виде повышенной экспрессии белка HIF1- α и HSP70 во время теплового стресса. В данных условиях HIF-1- α быстро регулируется для поддержки многих аспектов выживаемости клеток [50]. С другой стороны, белки теплового шока представляют собой разнообразное семейство белков, которые важны в реакции стресса, поскольку они действуют как шапероны и уборщики, чтобы обеспечить защиту и восстановление белков, которые несовместимы или изменены из-за повышенных температур. HSP70 образуется через 2-4 часа после термического воздействия. Кроме того, HSP70 опосредует ответы на продукцию, индуцированную эндотоксином цитокинов, и может влиять на транскрипцию ядерного фактора (NF)- κB , что уменьшает или нарушает воспалительный ответ [51]. В целом эти данные показывают, что при 24-часовом воздействии повышенной температуры индуцируется локализованный ответ на стресс в желудочно-кишечном тракте.

Так же тепловой стресс увеличивал циркулирующий эндотоксин, перенос эндотоксинов и проницаемость кишечника. В результате повышенная проницаемость может привести к эндотоксемии и системному воспалению [52]. Это уменьшение целостности кишечника связано со снижением резистентности у кишечного эпителия, о чём свидетельствует понижение трансэпителиального электрического сопротивления во время теплового стресса.

Исследователями из Калифорнийский университета (США), Бристольского университета, Лангфорда (Германия), России, Университета Ахмаду Белло (Зария, Нигерия) проведено большое количество экспериментов по влиянию транспортного стресса на животных.

Транспортный стресс является одним из основных факторов, влияющих на проницаемость кишечника и качество мяса. Ухудшение качества мяса в течение транспортного периода имеет особое экономическое значение [53]. Воздействие транспортного стресса на желудочно-кишечный тракт представляет большой интерес, поскольку эти эффекты могут увеличить риск бактериальной транслокации, что приводит к бактериальной обсеменённости мяса и высокой заболеваемости [54].

Установлено, что перевозка животных на большие расстояния вызывает потери живой или убойной массы [55-59]. При исследовании влияния длительной перевозки телят (в течение 19 ч с перерывом в 1 ч на отдых) летом и зимой обнаружены более выраженные изменения в зимний период, когда потери в живой массе были выше (в среднем до 2 кг). Адаптационный период составил 8 ч летом и 16 ч зимой у животных после транспортировки. На восстановление потерь живой массы животным опытных групп потребовалось 48 часов летом и 72 часа зимой [60]. При транспортировке свиней в течение 8, 16 и 24 ч потери составили 2,2, 2,0 и 4,3 % живой массы соответственно. Аналогичным образом в течение 15 ч овцы потеряли 5,5 % от их первоначальной живой массы, в то время как в стационарной контрольной группе потеря была всего 3,6 %. При перевозке в жаркий сезон потери живой массы у коз составили 11,9 % от первоначальной. При транспортировке их в течение 12 часов на расстояние 600 км потери составили 5,6 % [61]. Транспортировка лошадей на 800 миль привела к снижению массы на 2,37 % [62]. При голодной транспортировке наблюдаются изменение метаболизма и повышенное выделение продуктов жизнедеятельности, на которые приходится до 60 % потерь в живой массе, лишь 40 % – связанные со стрессом. Животные после перевозки не адаптировались на следующий день, несмотря на то, что в течение ночи было достаточное обеспечение кормом и водой. Полученные данные свидетельствуют о том, что факторы стресса оказывают воздействие на выделение продуктов жизнедеятельности и на потерю живой массы. Высокая температура воздуха также оказывает влияние на потери живой массы во время транспортировки. Сопутствующее действие высокой температуры воздуха и влажности приводит к увеличению испарения воды со слизистых оболочек и потоотделения, что способствует примерно 10,6 % снижению живой массы у крупного рогатого скота [63] и 11,9 и 5,6% – у коз [64].

Отъём является одним из самых сильных стрессов, потому что отлучённые животные должны быстро адаптироваться к большим изменениям в кормлении, окружающей среде [65]. Совокупные эффекты этих стрессоров изменили состояние желудочно-кишечного тракта и отрицательно сказались на состоянии молодняка в послеотъёмный период.

Отъём включает в себя несколько стрессоров (например, отъём от матери, перегруппировку, транспортировку, изменение кормления и т. д.), которые в совокупности способствуют ухудшению функционирования кишечника. Влияние отъёма на состояние желудочно-кишечного тракта давно известно, однако основные механизмы остаются недостаточно понятными. Эти механизмы, по утверждению Lynch E. и других исследователей, являются ключевым фактором для улучшения неблагоприятных последствий отъёма на функции кишечника [65].

В природе отъём у животных является постепенным процессом, который приближается к завершению при полным созревании эпителиальной, иммунной и нервной систем, желудочно-кишечного тракта. Во время технологического отъёма животного от матери кроме основного стрессора возникают дополнительные психосоциальные и иммунологические стрессоры, которые усиливают нагрузку на организм в течение этого времени, включая транспортировку, перегруппировку, борьбу и создание новой социальной иерархии, вакцинацию и т. д. Время отъёма также совпадает с периодом снижения пассивного иммунитета от потребленного молока, что является дополнительным фактором [66].

McLamb B.L. совместно с коллегами установил, что отъём у поросят вызывает нарушение функции кишечного барьера, характеризующееся значительным снижением трансэпителиальной резистентности кишечника и повышенной его проницаемостью [66]. В то же время, когда при нарушении функции эпителиального барьера происходит повышение активности противовоспалительных цитокинов, указывающих на надёжную активацию иммунной системы желудочно-кишечного тракта после отъёма. Специфическая иммунная реакция, по утверждению Adam J. Moeser, Calvin S. Pohl, происходит за счёт активации тучных клеток кишечника [67].

В промышленном производстве свиней возраст отъёма может варьироваться от 14 до 30 дней в зависимости от нескольких факторов управления (например, время лактации, период стресса и график отъёма). По сравнению с поросятами, отнятыми от матери в возрасте 28 дней, отнятые в 21 день демонстрируют повышенную проницаемость кишечника. В эксперименте Smith F., Clark J.E., Overman B.L. и других увеличение возраста отъёма с 15 до 28 дней привело к снижению уровня проницаемости кишечника [68].

Новейшие исследования Medland J.E., Pohl C.S., Edwards L.L. показывают, что нарушения барьерной функции желудочно-кишечного тракта, иммунной и нервной систем у ранних отлучённых животных сохраняются и во взрослой жизни [69].

Вывод.

Рассматривая основные причины и последствия стресса для кишечника у сельскохозяйственных животных, необходимо отметить важность его изучения. Кишечная проницаемость является основной функцией кишечного барьера, имеющей отношение к здоровью и болезням организма, и поэтому эта тема требует углублённого изучения.

Воздействие таких технологических стрессов, как температурный, отъём молодняка от матери, транспортный приводят к дефекту кишечного барьера и более серьёзным последствиям для здоровья.

Технологические стрессы снижают целостность и функции кишечника, что может быть связано с изменениями самой кишечной структуры.

Данные виды стрессов оказывают очень сложное воздействие на физиологию дифференцированных эпителиальных клеток кишечника у сельскохозяйственных животных и дают потенциально новые направления для изучения механизма действия их на функцию кишечника.

Это говорит о необходимости проводить дальнейшие исследования механизмов, связывающих технологические стрессы с желудочно-кишечной дисфункцией у сельскохозяйственных животных. Несмотря на множество открытых вопросов, проницаемость кишечника становится областью растущего интереса, как в фундаментальной науке, так и в прикладной, поскольку это может быть важной целью сокращения потерь продуктивности, повышения качества мяса, а так же профилактики и терапии заболеваний.

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

Литература

1. Intestinal permeability—a new target for disease prevention and therapy / S.C. Bischoff, G. Barbara, W. Buurman, T. Ockhuizen, J.D. Schulzke, M. Serino et al. // BMC Gastroenterology. 2014. 14:189. doi: 10.1186/s12876-014-0189-7.
2. Nicholson J.K., Holmes E., Wilson I.D. Gut microorganisms, mammalian metabolism and personalized health care // Nat Rev Microbiol. 2005. May; 3(5):431-438.
3. Lambert G.P. Stress-induced gastrointestinal barrier dysfunction and its inflammatory effects // J Anim Sci. 2009. Apr. 87(14 Suppl):E101-108.
4. The gut barrier: new acquisitions and therapeutic approaches / F. Scaldaferri, M. Pizzoferrato, V. Gerardi, L. Lopetuso, A. Gasbarrini, J.Clin // Gastroenterol. 2012. 46(Suppl): S12-S17. doi: 0.1097/MCG.0b013e31826ae849.
5. Microbial flora of the mouse ileum mucous layer and epithelial surface / K.R. Rozee, D. Cooper, K. Lam, J.W. Costerton // Appl Environ Microbiol. 1982. Jun. 43(6):1451-1463.
6. Spatial organization of bacterial flora in normal and inflamed intestine: a fluorescence in situ hybridization study in mice / A. Swidsinski, V. Loening-Baucke, H. Lochs, L.P. Hale // World J Gastroenterol. 2005. Feb 28; 11(8):1131-1140.
7. Johansson M.E., Larsson J.M., Hansson G.C. The two mucus layers of colon are organized by the MUC2 mucin, whereas the outer layer is a legislator of host-microbial interactions // Proc Natl Acad Sci U S A. 2011. Mar 15; 108 Suppl 1:4659-4665.
8. Prevention of gut leakiness by a probiotic treatment leads to attenuated HPA response to an acute psychological stress in rats / A. Ait-Belgnaoui, H. Durand, C. Cartier, G. Chaumaz, H. Eutamene, L. Ferrier et al. // Psychoneuroendocrinology. 2012. 37. P. 1885-1895. doi: 10.1016/j.psyneuen.2012.03.024.

9. *Lactobacillus plantarum* DSM 2648 is a potential probiotic that enhances intestinal barrier function / R.C. Anderson, A.L. Cookson, W.C. McNabb, W.J. Kelly, N.C. Roy // *FEMS Microbiol. Lett.* 2010. 309. P. 184-192. doi: 10.1111/j.1574-6968.2010.02038.x.
10. Intestinal barrier in inflammatory bowel disease / L. Antoni, S. Nuding, J. Wehkamp, E.F. Stange, J. World // *Gastroenterol.* 2014. 20. P. 1165-1179. doi: 10.3748/wjg.v20.i5.1165.
11. Artis D. Epithelial-cell recognition of commensal bacteria and maintenance of immune homeostasis in the gut // *Nat. Rev. Immunol.* 2008. 8. P. 411-420. doi: 10.1038/nri2316.
12. Exposure to a social stressor alters the structure of the intestinal microbiota: implications for stressor-induced immunomodulation / M.T. Bailey, S.E. Dowd, J.D. Galley, A.R. Hufnagle, R.G. Allen, M. Lyte, M.T. Bailey, *Brain Behav // Immun.* 2011. 25. P. 397-407. doi: 10.1016/j.bbi.2010.10.023.
13. Intestinal epithelial responses to enteric pathogens: effects on the tight junction barrier, ion transport, and inflammation / J. Berkes, V.K. Viswanathan, S.D. Savkovic, G. Hecht // *Gut.* 2003. 52. P. 439-451. doi: 10.1136/gut.52.3.439.
14. Molecular analysis of the luminal- and mucosal-associated intestinal microbiota in diarrhea-predominant irritable bowel syndrome / I.M. Carroll, T. Ringel-Kulka, T.O. Keku, Y.-H. Chang, C.D. Packey, R.B. Sartor et al. // *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 2011. 301. G799-G807. doi: 10.1152/ajpgi.00154.2011.
15. Intestinal barrier function in health and gastrointestinal disease / M. Camilleri, K. Madsen, R. Spiller, B. Greenwood-Van Meerveld, G.N. Verne // *Neurogastroenterol Motil.* 2012. 24: P. 503-512. doi: 10.1111/j.1365-2982.2012.01921.x.
16. Regulation of tight junction permeability by intestinal bacteria and dietary components / D. Ulluwishewa, R.C. Anderson, W.C. McNabb, P.J. Moughan, J.M. Wells, N.C. Roy // *J Nutr.* 2011. 141. P. 769-776. doi: 10.3945/jn.110.135657.
17. Turner J.R. Intestinal mucosal barrier function in health and disease // *Nat Rev Immunol.* 2009. 9. P. 799-809. doi: 10.1038/nri2653.
18. Yen T.H., Wright N.A. The gastrointestinal tract stem cell niche // *Stem Cell Rev.* 2006. 2. P. 203-212. doi: 10.1007/s12015-006-0048-1.
19. Categorization of the gut microbiota: enterotypes or gradients / I.B. Jeffery, M.J. Claesson, P.W. O'Toole, F. Shanahan // *Nat Rev Microbiol.* 2012. Sep 10(9): 591-592.
20. Camilleri M., Lasch K., Zhou W. Irritable bowel syndrome: methods, mechanisms, and pathophysiology. The confluence of increased permeability, inflammation, and pain in irritable bowel syndrome // *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2012. Oct; 303(7):G775-85.
21. Salzman N.H. Paneth cell defensins and the regulation of the microbiome: détente at mucosal surfaces // *Gut Microbes.* 2010. 1. P. 401-406. doi: 10.4161/gmic.1.6.14076.
22. Shroff K.E., Meslin K., Cebra J.J. Commensal enteric bacteria engender a self-limiting humoral mucosal immune response while permanently colonizing the gut // *Infect Immun.* 1995. 63. P. 3904-3913.
23. Bischoff S.C. Physiological and pathophysiological functions of intestinal mast cells // *Semin Immunopathol.* 2009;31:185-205. doi: 10.1007/s00281-009-0165-4.
24. Cannabinoids mediate opposing effects on inflammation-induced intestinal permeability / A. Alhamoruni, K.L. Wright, M. Larvin, S.E. O'Sullivan // *Br J Pharmacol.* 2012. 165. 2598-2610. doi: 10.1111/j.1476-5381.2011.01589.x.
25. Hooper L.V., Macpherson A.J. Immune adaptations that maintain homeostasis with the intestinal microbiota // *Nat Rev Immunol.* 2010. 10. P. 159-169. doi: 10.1038/nri2710.
26. Pearson J.P., Brownlee I.A. The interaction of large bowel microflora with the colonic mucus barrier // *Int J Inflam.* 2010. 2010. P. 321-426. doi: 10.4061/2010/321426.
27. Acute stress-induced hypersensitivity to colonic distension depends upon increase in paracellular permeability: role of myosin light chain kinase / A. Ait-Belgnaoui, S. Bradesi, J. Fioramonti, V. Theodorou, L. Bueno // *Pain.* 2005. 113. P. 141-147. doi: 10.1016/j.pain.2004.10.002

28. Effect of heat stress on the porcine small intestine: a morphological and gene expression study / J. Yu, P. Yin, F. Liu, G. Cheng, K. Guo, A. Lu, X. Zhu, W. Luan, J. Xu // *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2010. May. 156(1):119-128.
29. Effects of the reduction of dietary heat increment on the performance, carcass yield, and diet digestibility of broilers submitted to heat stress / C. Laganá, A.M.L. Ribeiro, A.D.M. Kessler, L.R. Kratz, C.C. Pinheiro // *Revista Brasileira de Ciência Avícola*. 2010. P. 148-152.
30. Heat stress reduces barrier function and alters intestinal metabolism in growing pigs / S.C. Pearce, V. Mani, R.L. Boddicker, J.S. Johnson, T.E. Weber, J.W. Ross, L.H. Baumgard, N.K. Gabler // *J Anim Sci*. 2012. Dec. 90. Suppl 4():257-259.
31. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds / A.M.F. Pereira, F. Baccari, E.A.L. Titto, J.A.A. Almeida // *International Journal of Biometeorology*. 2008. 52. P. 199-208. doi:10.1007/s00484-007-0111-x.
32. Effects of long term heat stress in utero or during finishing on pork carcass composition / S. Cruzen, R. Boddicker, K. Graves, T. Johnson, E. Arkfeld, L. Baumgard, J. Ross, T. Safranski, M. Lucy, Lonergan S. // *Meat Science*. 2015. 101:108. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.09.026.
33. Heat stress and reduced feed intake alter the intestinal proteomic profile / S. Pearce, E. Huff-Lonergan, S. Lonergan, L. Baumgard, N.F. Gabler // *ASEB Journal*. 2014. B 28. 241-246.
34. Heat stress reduces intestinal barrier integrity and favors intestinal glucose transport in growing pigs / S.C. Pearce, V. Mani, R.L. Boddicker, J.S. Johnson, T.E. Weber, J.W. Ross, R.P. Rhoads, L.H. Baumgard, N.K. Gabler // *PLoS One*. 2013. 8(8). e70215.
35. Heat-stress-induced damage to porcine small intestinal epithelium associated with downregulation of epithelial growth factor signaling / F. Liu, J. Yin, M. Du, P. Yan, J. Xu, X. Zhu, J. Yu // *J Anim Sci*. 2009. Jun. 87(6):1941-1949.
36. Silva J.E. The thermogenic effect of thyroid hormone and its clinical implications // *Annals of Internal Medicine*. 2003. 139. P. 205-213. doi: 10.7326/0003-4819-139-3-200308050-00018.
37. Differences in Susceptibility to Heat Stress along the Chicken Intestine and the Protective Effects of Galacto-Oligosaccharides / Soheil Varasteh, Saskia Braber, Peyman Akbari, Johan Garssen, Johanna Fink-Gremmels // *PLoS One*. 2015. 10(9). P. 296-308. doi: 10.1371/journal.pone.0138975.
38. Effect of thermal stress on physiological parameters, feed intake and plasma thyroid hormones concentration in Alentejana, Mertolenga, Frisian and Limousine cattle breeds / A.M. Pereira, F.Jr. Baccari, E.A. Titto, J.A. Almeida // *Int J Biometeorol*. 2008. Jan. 52(3):199-208.
39. Yanjun Cui, Xianhong Gu. Proteomic changes of the porcine small intestine in response to chronic heat stress // *J Mol Endocrinol*. 2015. Dec. 55(3): 277-293.
40. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review / Soumya Dash, A.K. Chakravarty, Avtar Singh, Arpan Upadhyay, Manvendra Singh, Saleem Yousuf // *Vet World*. 2016. Mar. 9(3):235-244. doi: 10.14202/vetworld.2016.235-244.
41. Effect of a probiotic mixture on intestinal microflora, morphology, and barrier integrity of broilers subjected to heat stress / J. Song, K. Xiao, Y.L. Ke, L.F. Jiao, C.H. Hu, Q.Y. Diao et al. // *Poultry Sci*. 2014. 93. P. 581-588. doi: 10.3382/ps.2013-03455.
42. Gabler N., Pearce S.C. The impact of heat stress on intestinal function and productivity in grow-finish pigs // *Animal Production Science*. 2015. 55(11). January. doi: 10.1071/AN15280.
43. Mechanisms of circulatory and intestinal barrier dysfunction during whole body hyperthermia. / D.M. Hall, G.R. Buettner, L.W. Oberley, L. Xu, R.D. Matthes et al. // *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2001. 280. H509-521.
44. Dokladny K., Moseley P.L., Ma T.Y. Physiologically relevant increase in temperature causes an increase in intestinal epithelial tight junction permeability // *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2006. 290. G204-G212.

45. Reduction in heat-induced gastrointestinal hyperpermeability in rats by bovine colostrum and goat milk powders / C. Prosser, K. Stelwagen, R. Cummins, P. Guerin, N. Gill et al. // *J Appl Physiol*. 2004. 96. P. 650-654.
46. Kregel K.C. Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance // *J Appl Physiol*. 2002. May. 92(5). P. 2177-2186.
47. Milligan L.P., McBride B.W. Energy costs of ion pumping by animal tissues // *J Nutr*. 1985. 115. P. 1374-1382.
48. Jolly C., Morimoto R.I. Role of the heat shock response and molecular chaperones in oncogenesis and cell death // *J Natl Cancer Inst*. 2000. 92. 1564-1572. doi: 10.1093/jnci/92.19.1564.
49. Stocki P., Dickinson A.M. The immunosuppressive activity of heat shock protein 70 // *Auto-immune Dis*. 2012. 2012. 617213 doi: 10.1155/2012/617213.
50. Voellmy R., Boellmann F. Chaperone regulation of the heat shock protein response // *Adv Exp Med Biol*. 2007. 594. P. 89-99. doi: 10.1007/978-0-387-39975-1_9.
51. Hao Y., Gu X.H., Wang X.L. Overexpression of heat shock protein 70 and its relationship to intestine under acute heat stress in broilers: 1. Intestinal structure and digestive function // *Poult Sci*. 2012. 91. P. 781-789. doi: 10.3382/ps.2011-01627.
52. Heat-shock proteins as activators of the innate immune system / R.P.A Wallin, A. Lundqvist, S.H. Moré, A. von Bonin, R. Kiessling, H. Ljunggren // *Trends Immunol*. 2002. 23. 130-135.
53. Effect of Transport on Meat Quality and Animal Welfare of Cattle, Pigs, Sheep, Horses, Deer, and Poultry / Compiled By: Gary C. Smith (Colorado State University); Temple Grandin (Colorado State University); Ted H. Friend (Texas A&M University); Don Lay, Jr. (ARS-USDA at Purdue University) // And Janice C. Swanson (Kansas State University). 2004. December.
54. Behavioural and Physiological responses of pigs to being transported for up to 24 hours followed by six hours recovery in lairage / S.N. Brown, T.G. Knowles, J.E. Edwards, P.D. Warriss // *Vet. Rec*. 1999. 145. 421-426.
55. Effects of season and distance moved during loading on transport losses of market-weight pigs in two commercially available types of trailer / M.J. Ritter, M. Ellis, R. Bowman, J. Brinkmann, S.E. Curtis, J.M. DeDecker, O. Mendoza, C.M. Murphy, D.G. Orellana, B.A. Peterson, A. Rojo, J.M. Schlipf, B.F. Wolter // *J. Anim. Sci*. 1986. 32008. 137-3145.
56. Effect on young calves of a one-hour feeding stop during a 19-hour road journey / T.G. Knowles, S.N. Brown, J.E. Edwards, A.J. Philips, P.D. Warriss // *Vet. Rec*. 1999. 144. P. 687-692.
57. Factors influencing change in body weight of thorough breed race horses during transport and racing / S.E. Wise, M.J. Head, C.A. Roberts, J.R. Newton, F.M.D Henson // *Vet. J*. 2004. 168. P. 202-230 (Abstract).
58. Assessment and scoring of stresses imposed on goats during handling, loading, road transportation and unloading and the effect of pretreatment with ascorbic acid / N.S. Minka, J.O. Ayo, A.K.B Sackey, A.B. Adelaiye // *Life Sci*. 2009. 125. P. 275-282.
59. Hartung J. Effects of transport on health of farm animals // *Vet. Res. Commun*. 2003. 27Suppl 1. P. 525-527. doi: 10.1023/B:VERC.0000014212.81294.78.
60. Tarrant P. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs: A review. Ir. // *J. Agric. Food Res*. 1989. 13. P. 79-107.
61. Hartung J. Influence of transport on the health of farm animals // *Veterinary Residence Commun*. 2003. 27 Suppl 1. P. 525-527. doi: 10.1023 / B: VERC.0000014212.81294.78.
62. Stull C.L. Responses of horses to trailer design, duration and floor area during commercial transportation to slaughter // *J. Anim.Sci*. 1999. 77. P. 2925-2933.
63. Plyashchenko S.I., Sidorov V.T. Stresses in farm animals. M.: VO «Agropromizdat», 1987. P. 96.
64. Minka N.S., Ayo J.O. Physiological responses of transported goats treated with ascorbic acid during the hot-dry season // *Anim.Sci. J*. 2007. 78. P. 164-172.

65. Characterisation of physiological and immunological responses in beef cows to abrupt weaning and subsequent housing / E. Lynch, B. Earley, M. McGee, S. Doyle // BMC Vet Res. 2010. 6. P. 37. doi: 10.1186/1746-6148-6-37.

66. Early weaning stress in pigs impairs innate mucosal immune responses to enterotoxigenic *E. coli* challenge and exacerbates intestinal injury and clinical disease / B.L. McLamb, A.J. Gibson, E.L. Overman, C. Stahl, A.J. Moeser // PLoS One. 2013. 8(4):e59838. doi: 10.1371/journal.pone.0059838.

67. Adam J. Moeser, Calvin S. Pohl. Weaning stress and gastrointestinal barrier development: Implications for lifelong gut health in pigs // Anim Nutr. 2017. Dec. 3(4). P. 313-321. doi: 10.1016/j.aninu.2017.06.003.

68. Early weaning stress impairs development of mucosal barrier function in the porcine intestine./ F. Smith, J.E. Clark, B.L. Overman, C.C. Tozel, J.H. Huang, J.E. Rivier // Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2010. 298. G352-363.

69. Early life adversity in piglets induces long-term upregulation of the enteric cholinergic nervous system and heightened, sex-specific secretomotor neuron responses/ J.E. Medland, C.S. Pohl, L.L. Edwards, S. Frandsen, K. Bagley, Y. Li // Neurogastroenterol Motil. 2016. 9. P. 1317-1329.

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

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

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: titov.ru@mail.ru

Бабичева Ирина Андреевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой химии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, тел/факс: 8(3532)77-52-30, e-mail: babicheva74-09@mail.ru

Поступила в редакцию 15 июня 2018 года

UDC 636.08:591.1

Azhmulinov Elemes Azhmulinovich¹, Kizaev Mikhail Anatolevich¹, Titov Maxim Gennadevich¹, Babicheva Irina Andreevna²

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: babicheva74-09@mail.ru

Influence of various stress factors on the organism of farm animals (review)

Summary. Young, breeding and highly productive animals have many stresses. The sensitivity of organism to stresses increases with violations of keeping and feeding, with prolonged negative effects of natural climatic factors, as well as with simultaneous exposure to two or more stress factors.

Stress leads to loss in live weight and meat products, but the most important is a change in the bacterial balance of the intestine, which in its turn affects the immune system. Scientists have found out that one of the consequences of stress is changes in the composition, diversity and number of bacteria in the intestine. In addition, the number of potentially dangerous bacteria, such as clostridia, increases in the intestine.

Gastrointestinal changes in the process of digestion and absorption of feed nutrients can damage the health, productivity and welfare of animals. Therefore, the normal physiological state of intestine is of great importance for the animal's organism. The gastrointestinal tract is very sensitive to external stress factors, such as heat loads, weaning and transportation.

Stress can affect the trajectory of the development of the intestinal barrier, and is associated with increased intestinal permeability. Indeed, the effects of stress on intestinal permeability are complex in responding to acute stress and increase intestinal permeability. The intestinal microbiota is involved in various stress-related conditions, including anxiety, depression and irritable bowel syndrome.

The most significant, affecting the living ability and productivity of farm animals are: high temperatures, mixing of different species and age groups, poor road conditions, and humidity, overcrowding, high air velocity, noise, traffic, rough handling during loading and unloading. The most acute stressors are temperature stress, weaning and transport stress, which cause changes in the composition of blood, intestines, loss of live weight, meat products.

This review examines the impact of technological stress on the intestinal microbiota and the loss of meat products.

Key words: agricultural animals, intestinal barrier, stress, translocation, microorganisms.

УДК 636.2

Влияние технологических факторов на стрессоустойчивость и проявление продуктивных качеств крупного рогатого скота

А.М. Абитов, М.А. Атаев, М.Б. Улимбаев

ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»

Аннотация. Создание первотёлкам комфортных условий эксплуатации путём формирования и содержания их отдельно от взрослых коров в течение лактации позволяет свести к минимуму воздействие технологических стрессов, что даёт возможность более полной реализации продуктивности животных.

Результаты мониторинга коров на ответные реакции на стресс выявили, что наибольший удельный вес стрессоустойчивых особей зарегистрирован среди первотёлок, укомплектованных отдельно от взрослых коров, 26 голов или 86,7 % от всех первотёлок группы. В то же время таких первотёлок, сформированных совместно со старшими, оказалось всего 7 особей или 23,3 %. Установлено, что от коров контрольной группы стрессоустойчивого типа надоено на 873 кг больше, чем от сверстниц стрессочувствительного типа ($P>0,99$), у первотёлок, содержащихся отдельно от взрослого контингента, эти различия составили 1107 кг молока в пользу особей стрессоустойчивого типа ($P>0,99$). Несмотря на большее потребление корма (на 3-6 ЭКЕ), более продуктивные первотёлки стрессоустойчивого типа затрачивали на производство 1 кг молока меньше ЭКЕ (на 0,11 ед.), что, вероятно, связано с продуцированием большего количества молока. Первотёлки голштинской породы американской селекции, сформированные отдельно от взрослого контингента, от сверстниц совместного содержания отличались более высокими продуктивными качествами, большим потреблением кормов и интенсивным обменом веществ в их организме. В то же время, независимо от способа комплектования групп, изученные показатели лучше выражены у первотёлок стрессоустойчивого типа.

Ключевые слова: первотёлки, голштины американской селекции, стрессреактивность, продуктивность, оплата корма продукцией, показатели крови.

Введение.

Молочное скотоводство России характеризуется в большей степени разведением дорогостоящего племенного скота элитных молочных пород, завезённого из-за рубежа. В то же время с завозом обильномолочных животных молочного направления продуктивности возникает ряд проблем, связанных с необходимостью его адаптации к новым условиям содержания, кормления и ухода [1-3]. В новых условиях обитания, при применении в сельскохозяйственных предприятиях промышленных технологий комплексной механизации и автоматизации поточных линий производства, хранения и переработки молока у животных наблюдаются различные виды стрессов, в том числе технологический. Создание импортированному скоту оптимальных условий содержания, способствующих максимальной реализации их генетического потенциала, является одной из основных актуальных задач современной биологии в разведении молочного скота, представляет не только теоретический, но и большой практический интерес.

Бесстрессовое содержание крупного рогатого скота наряду с интеллектуальной техникой нового поколения – это основа экологичного содержания животных в условиях промышленных молочных ферм. Эколого-технологический стресс отрицательно сказывается на здоровье и продуктивном долголетии сельскохозяйственных животных. Принято считать, что стрессовое состояние на 70-80 % обусловлено условиями кормления, содержания и ухода, которые в свою очередь определяются техногенными факторами [4].

Считается, что существует один основной путь преодоления отрицательного влияния стресс-факторов при адаптации, заключающийся в приближении технологий содержания и эксплуатации животных к их биологическим потребностям [5-7].

Поведение животных является важной характеристикой их благополучия. Изменение поведения можно считать первым признаком несоответствия имеющихся условий потребностям животных [8-10].

Цель исследования.

Изучить молочную продуктивность, оплату корма продукцией и иммунологическое состояние стрессоустойчивых и стрессочувствительных коров голштинской породы американской селекции в зависимости от приёмов комплектования новотельных групп коров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Первотёлки голштинской породы чёрно-пёстрой масти американской селекции.

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 достижения поставленной цели в условиях ООО «Агро-Союз» Чегемского района Кабардино-Балкарской Республики были сформированы две группы первотёлок голштинской породы американской селекции беспривязного содержания, по 30 голов в каждой. Контрольная – содержание первотёлок совместно с коровами старших лактаций, опытная – отдельно от взрослого поголовья.

У подопытного поголовья были изучены гематологические показатели (количество общего белка, гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов), поведение и молочная продуктивность в соответствии с общепринятыми зоотехническими и клиническими методами исследований.

Количество потреблённых кормов определяли по разнице съеденных и несъеденных остатков.

Оборудование и технические средства. Анализ гематологических показателей коров проведён в лаборатории ветеринарной медицины и пищевой безопасности ГКУ «Кабардино-Балкарский центр ветеринарной медицины».

Определение стрессоустойчивости и стрессочувствительности проводили в соответствии с методом эмоциональной нагрузки определения стресса по учёту выдоенного молока с учётом стресс-факторов, разработанном во ВНИИГРЖе [11].

Взвешивание осуществляли на электронных платформенных весах (Уралвес, Россия).

Статистическая обработка. Полученный цифровой материал обработан методами вариационной статистики. Достоверность разности показателей вычислялась с использованием стандартных значений критерия достоверности по Стьюденту при трёх уровнях вероятности.

Результаты исследования.

Результаты мониторинга коров на ответные реакции на стресс выявили, что наибольший удельный вес стрессоустойчивых особей зарегистрирован среди первотёлок, укомплектованных отдельно от взрослых коров, 26 голов или 86,7 % от всех первотёлок группы. В то же время таких первотёлок, сформированных совместно со старшими, оказалось всего 7 особей или 23,3 % (табл. 1).

Установлено, что от коров контрольной группы стрессоустойчивого типа надоено на 873 кг больше, чем от сверстниц стрессочувствительного типа ($P>0,99$), у первотёлок, содержащихся отдельно от взрослого контингента, эти различия составили 1107 кг молока в пользу особей стрессоустойчивого типа ($P>0,99$). Следует отметить превосходство по удою первотёлок стрессоустой-

92 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

чивого типа, сформированных и содержавшихся на протяжении лактации отдельно от взрослых коров, над одноимёнными сверстницами совместного содержания, которое составило 421 кг, аналогичные тенденции наблюдались между особями стрессочувствительного типа (187 кг). При анализе удоя подопытных групп коров без учёта типа стрессоустойчивости обнаружено преимущество группы животных, содержавшейся отдельно от полновозрастных коров, которое составило в среднем 942 кг ($P>0,999$).

Таблица 1. Молочная продуктивность и живая масса коров разных типов стрессреактивности, $\bar{X} \pm m_x$

Показатель	Группа			
	контрольная		опытная	
	I	II	I	II
n	7	23	26	4
Удой за 305 дней лактации, кг	8225±214	7352±157	8646±169	7539±277
Средний удой за 305 дней лактации, кг	7556±178		8498±191	
Массовая доля жира в молоке, %	3,70±0,02	3,64±0,01	3,76±0,01	3,69±0,02
Средняя массовая доля жира в молоке, %	3,65±0,02		3,75±0,02	
Массовая доля белка в молоке, %	3,20±0,03	3,12±0,02	3,27±0,01	3,18±0,03
Средняя массовая доля белка в молоке, %	3,14±0,02		3,26±0,02	
Выход молочного жира, кг	304,3±7,8	267,6±5,6	325,1±6,2	278,2±9,6
Выход молочного белка, кг	263,2±6,5	229,4±4,7	282,7±5,3	239,7±8,4
Живая масса на 2-3 мес. лактации, кг	558±5,3	545±3,2	575±3,8	560±6,0
Средняя живая масса на 2-3 мес. лактации, кг	548±2,7		573±3,1	
Индекс молочности, кг	1474±37	1349±27	1503±29	1346±48

Примечание: здесь и далее I – стрессоустойчивый тип, II – стрессочувствительный тип

По содержанию основных качественных показателей молока – белка и жира – первотёлки стрессоустойчивого типа, независимо от способа комплектования и содержания групп, превосходили сверстниц стрессочувствительного типа. Так, имевшиеся различия по этим показателям в группе совместного содержания молодых и взрослых особей составили в среднем 0,06-0,08 % ($P>0,95-0,99$), в группе обособленной эксплуатации первотёлок – 0,07-0,09 % ($P>0,99$).

Более жирно- и белковомолочное молоко, независимо от типа стрессоустойчивости, получено от первотёлок отдельного способа содержания в среднем на 0,1 и 0,12 % ($P>0,999$) соответственно.

Наибольшим выходом молочного жира за лактацию отличались первотёлки стрессоустойчивого типа, что вполне ожидаемо в связи с более высокими удоями и большей концентрацией питательных веществ (жира и белка) в молоке. Так, у животных этого типа по сравнению со сверстницами стрессочувствительного типа по количеству молочного жира превосходство составило в контроле 36,7 кг ($P>0,999$), в опытной группе – 46,9 кг ($P>0,999$), по выходу молочного белка – 33,8 ($P>0,999$) и 43,0 ($P>0,999$) кг соответственно. Различия между первотёлками стрессоустойчивого типа, сформированными и лактировавшими разными способами, составили по выходу молочного жира и белка 20,8 ($P>0,95$) и 19,5 ($P>0,95$) кг соответственно в пользу отдельно укомплектованной группы первотёлок. Подобные различия имели место при сравнении животных стрессочувствительного типа.

Первотёлки стрессоустойчивого типа в отличие от сверстниц стрессочувствительного типа были тяжелее в среднем на 13-15 кг ($P>0,95$). Независимо от типа стрессоустойчивости первотёлки, сформированные совместно со старшими коровами, оказались легче сверстниц, лактировавших отдельно от взрослых особей, в среднем на 25 кг ($P>0,999$).

Несмотря на то, что первотёлки стрессоустойчивого типа были тяжелее особей стрессочувствительного типа, индекс молочности у них оказался на 125-157 кг выше благодаря высоким удо-ям ($P>0,95-0,99$).

О количестве потреблённых кормов, среднем суточном удое и оплате корма молоком можно судить по диаграмме, представленной на рисунке 1.

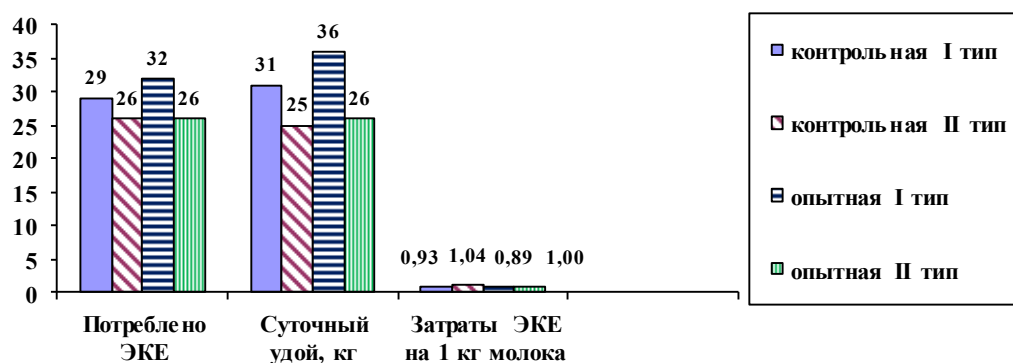


Рис. 1 – Суточное потребление, удой и затраты корма на единицу продукции первотёлок

Из представленной диаграммы видно, что наибольшим потреблением корма характеризовались первотёлки, сформированные отдельно от взрослых коров, в частности, относящиеся к I типу стрессоустойчивости – 32 ЭКЕ/сут, что больше сверстниц II типа на 6 ЭКЕ. Меньшие различия (3 ЭКЕ), но с той же тенденцией, между первотёлками разных типов стрессреактивности имели место в контрольной группе.

По суточному удою, независимо от способов формирования групп животных, наибольшими значениями отличались первотёлки стрессоустойчивого типа. Их превосходство над особями стрессочувствительного типа варьировало в пределах 6-10 кг.

Несмотря на большее потребление корма, более продуктивные первотёлки стрессоустойчивого типа затрачивали на производство 1 кг молока меньше ЭКЕ (на 0,11 ед.), что, вероятно, связано с продуцированием большего количества молока.

С целью обоснования иммунологического состояния первотёлок при разных способах формирования групп, а также с учётом их стрессреактивности, был проведён анализ крови на содержание общего белка, гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов (табл. 2).

Таблица 2. Гематологические показатели подопытных групп первотёлок, $\bar{X} \pm m_x$

Показатель крови	Группа			
	контрольная		опытная	
	I	II	I	II
Общий белок, г/л	82,0±2,5	78,4±1,0	83,4±0,8	78,0±2,2
Гемоглобин, г/л	116,3±3,2	108,8±1,5	120,4±1,6	107,6±3,5
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,2±0,19	6,8±0,12	7,5±0,09	6,7±0,23
Лейкоциты, $10^9/л$	7,8±0,22	7,4±0,15	8,2±0,13	7,4±0,26

Независимо от изучаемого показателя и способа комплектования групп более интенсивными окислительно-восстановительными реакциями и обменом веществ, в частности белковым, отличались первотёлки стрессоустойчивого типа. Так, их преимущество по количеству общего белка в крови при отдельном содержании от контингента взрослых коров составило 5,4 г/л ($P>0,95$), при совместном – 3,6 г/л, гемоглобина – на 12,8 ($P>0,99$) и 7,5 г/л ($P>0,95$) соответственно, эритроцитов – на 0,8 ($P>0,99$) и $0,4 \times 10^{12}$ /л.

Защитные реакции организма, судя по количеству лейкоцитов в крови, оказались выше у первотёлок, принадлежащих к стрессоустойчивому типу: в контрольной группе их превосходство над сверстницами стрессочувствительного типа составило $0,4 \times 10^9$ /л, в опытной – $0,8 \times 10^9$ /л ($P>0,99$).

Обсуждение полученных результатов.

На современных молочных фермах и комплексах промышленного типа животные практически круглосуточно находятся под влиянием разного рода стрессов. Поэтому минимизация влияния стрессоров на организм животных является одной из важнейших задач молочного скотоводства. С этой целью применяется много вариантов, таких как технологические решения, использование антистрессовых препаратов и др.

Относительно менее затратным можно считать группировку животных по возрастному рангу, когда выдерживаются условия кормления и содержания, чему и посвящена данная работа. Так, в результате разного комплектования групп первотёлок – совместно и отдельно от взрослых коров – выявили, что наибольший удельный вес стрессоустойчивых особей зарегистрирован среди первотёлок, укомплектованных отдельно от взрослых коров, 26 голов или 86,7 % от всех первотёлок группы. В то же время таких первотёлок, сформированных совместно со старшими, оказалось всего 7 особей или 23,3 %. В результате изучения продуктивных качеств выявили, что от коров контрольной группы стрессоустойчивого типа надоено на 873 кг больше, чем от сверстниц стрессочувствительного типа ($P>0,99$), у первотёлок, содержавшихся отдельно от взрослого контингента, эти различия составили 1107 кг молока в пользу особей стрессоустойчивого типа ($P>0,99$). Следует отметить превосходство по удою первотёлок стрессоустойчивого типа, сформированных и содержавшихся на протяжении лактации отдельно от взрослых коров, над одноимёнными сверстницами совместного содержания, которое составило 421 кг, аналогичные тенденции наблюдались между особями стрессочувствительного типа (187 кг). Наши исследования согласуются с исследованиями, проведёнными на чёрно-пёстрой и красной степной породах [12, 13].

Выводы.

Первотёлки голштинской породы американской селекции, сформированные отдельно от взрослого контингента, отличались от сверстниц совместного содержания более высокими продуктивными качествами, большим потреблением кормов и интенсивным обменом веществ в их организме. В то же время, независимо от способа комплектования групп, изученные показатели лучше выражены у первотёлок стрессоустойчивого типа.

Литература

1. Кахикало В.Г., Назарченко О.В., Фенченко Н.Г. Селекционно-генетические параметры хозяйственно-биологических признаков коров чёрно-пёстрой породы различного экогенеза Зауралья // Главный зоотехник. 2013. № 12. С. 16-23.
2. Сулыга Н.В., Ковалева Г.П. Физиолого-биохимический статус коров-первотёлок голштинской чёрно-пёстрой породы в адаптационный период в зависимости от линейной принадлежности // Ветеринарная патология. 2013. № 2(44). С. 82-86.

3. Улимбашев М.Б., Алагирова Ж.Т. Адаптационные способности голштинского скота при интродукции в новые условия обитания // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 2. С. 247-254. doi: 10.15389/agrobiology.2016.2.247rus.
4. Сидорова В.Ю. Эколого-технологический стресс у крупного рогатого скота: как определить и как бороться (продолжение) // Нивы Зауралья. 2014. № 10(121). С. 78-81.
5. Шабунин Л.А. Назарченко О.В. Влияние различных факторов на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы // Главный зоотехник. 2016. № 3. С. 53-61.
6. Карпова О.С., Анисимова Е.И., Гостева Е.Р. Адаптивные особенности симменталов Поволжья // Молочное и мясное скотоводство. 2006. № 1. С. 27-29.
7. Карашаев М.Ф. К вопросу о функциональной системе дыхания у животных // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 2. С. 7-11.
8. Тузов И.Н., Дикарев А.Г. Влияние уровня пищевой активности на мясную продуктивность бычков голштинской породы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 29. С. 154-159.
9. Этологические показатели голштинизированных коров чёрно-пёстрой породы уральского типа в различные периоды года / А.В. Степанов, О.С. Чеченихина, О.В. Назарченко, Е.Г. Шадрина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2009. № 3. С. 57-61.
10. Борисов А.Ю., Краснова О.А. Динамика изменения живой массы и поведенческой активности тёлочек чёрно-пёстрой породы при использовании в рационах антиоксидантов // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2012. Том 209. С. 64-68.
11. Кокорина Э.П. Рекомендации по оценке стрессоустойчивости коров при машинном доении. Л.: Лениздат, 1978. 39 с.
12. Алексеев А.А., Стрекозов Н.И. Влияние раздельного метода формирования технологических групп коров на эффективность производства молока // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2016. № 2(22). С. 186-188.
13. Айсанов З.М., Улимбашев А.М., Улимбашев М.Б. Характеристика лактационной деятельности красного скота в связи со способом формирования групп и технологией содержания // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. Ч. 3. С. 60-65.

Абитов Аслан Мухабович, кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 «в», тел.: 8-903-490-62-62, e-mail: aslanabitov@mail.ru

Атаев Максим Анварович, студент направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 «в», тел.: 8-967-417-10-50, e-mail: aslanabitov@mail.ru

Улимбашев Мурат Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 «в», тел.: 8-963-393-70-87, e-mail: murat-ul@yandex.ru

Поступила в редакцию 12 апреля 2018 года

UDC 636.2

Abitov Aslan Mukhabovich, Atayev Maxim Anvarovich, Ulimbashev Murat Borisovich
FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»

**The effect of technological factors on stress resistance and manifestation
of the productive qualities of cattle**

Summary. Creation of comfortable conditions for first calf heifers by creating and keeping them separate from adult cows during lactation allows to minimize the impact of technological stresses that allows fuller realization of animal productivity.

The results of monitoring cows for stress responses revealed that the largest proportion of stress-resistant individuals was registered among first calf heifers kept separately from adult cows - 26 animal units or 86.7 % of all first calf heifers' group. At the same time, there were only 7 individuals or 23.3 % of such first calf heifers kept together with the elders. It was found that milk yield from the cows of the control group of a stress-resistant type was 873 kg more than those from the stress-sensitive herdmates ($P>0.99$), for first calf heifers kept separate from the adult contingent these differences amounted to 1107 kg of milk in favor of individuals of stress-resistant type ($P>0.99$). Despite a greater feed intake (by 3-6 ECU), more productive first calf heifers of stress-resistant type spent on production of 1 kg of milk less than the ECU (by 0.11 units) which is probably associated with the production of more milk. First calf heifers of the Holstein of American breeding kept separately from the adult contingent differed from the herdmates of joint content by higher productive qualities, greater feed intake and intensive metabolism. At the same time, irrespective of the method of completing the groups, the studied parameters are better expressed for first calf heifers of stress-resistant type.

Key words: first calf heifers, Holstein of American breeding, stress-reaction, productivity, feed efficiency by means of production, blood indicators.

УДК 591.11:636.085:577.17

**Оценка биохимических показателей крови коров с низкими
воспроизводительными качествами после внутримышечного введения препарата,
содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов**

А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, А.М. Макаева

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

Аннотация. В статье представлены данные влияния парентерального введения препарата микроэлементов на биохимические показатели крови коров.

Исследования проведены на 30 коровах герефордской породы. Критерием отбора животных было дефицитное содержание йода и селена в шерсти ($I < 0,28$ мг/кг, $Se < 0,58$ мг/кг) и низкие воспроизводительные способности (не пришли в охоту более 2 месяцев). Животных разделили по принципу аналогов на 2 группы – контрольную ($n=15$) и опытную ($n=15$). Опытным животным на 1 и 10 сутки внутримышечно вводили по 10 мл коммерческий препарат, содержащий в 1 мл: йод – 5,5-7,5 мг, селен в органической форме – 0,07-0,09 мг (соответствует 0,16-0,20 мг селенита натрия), железо (Fe^{3+}) – 16-20 мг. Отбор проб производили на 1, 14 и 28 сутки эксперимента. В период проведения опыта рацион животных включал: сено естественных угодий – 8 кг, сенаж люцерновый – 6 кг, концентраты: смесь ячменя, пшеницы, овса – 3,0 кг, в нем содержалось ОЭ – 106,2 МДж, сухого вещества – 12,1 кг, переводимого протеина – 1092 г.

Биохимические показатели крови контрольной группы за период эксперимента существенно не изменились и носили статистически недостоверный характер.

У опытных животных на 14 день эксперимента в сыворотке крови наблюдалось достоверное увеличение содержания мочевины на 33,0 %, АСТ – на 5,2 %, со снижением гамма-глутамил-трансферазы – на 6,7 %, мочевой кислоты – на 8,9 %, холестерина – на 68,06 %. На 28 сутки увеличилось содержание: фосфора – на 86,0 %, триглицеридов – на 41,0 %, мочевины – на 37,6 %, АЛТ – на 20,0 %, креатинина – 15,3 %, глюкозы – на 11,2 %, щелочной фосфатазы – на 10,4 %, АСТ – на 10,4 %, альбуминов – на 7,1 %, общего белка – на 5,9 %, кальция – на 5,6 %, при снижении холинэстеразы – на 9,6 %, прямого билирубина – на 16,4 %, холестерина – на 39,6 %, магния – на 56,2 %, гамма-глутамил-трансферазы – на 80,7 % по сравнению с началом эксперимента.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы, герефордская порода, элементный статус, кровь, йод, селен.

Введение.

Изучение адаптационных качеств животных в различных природно-климатических зонах страны актуально и обосновывается тем, что покупка и ввоз даже в соседнюю область, не говоря уже об импорте из-за рубежа, зачастую приводит к снижению продуктивных и репродуктивных качеств животных и не позволяет реализовать их генетические возможности [1].

Достоверно установлено, что микроэлементы принимают участие во многих процессах жизнедеятельности организма, входя в состав белков, ферментов, витаминов, гормонов. Недостаток их в рационах может привести к нарушению обменных процессов, расстройству деятельности различных органов и, в конечном итоге, к снижению продуктивных и воспроизводительных качеств животных [2-4].

Оренбургская область входит в число дефицитных биогеохимических провинций по содержанию йода и селена в почвах, кормах, воде. Дефицит данных элементов приводит к изменениям у животных процессов метаболизма, негативно влияет на уровень активности эндокринной, антиоксидантных систем, гемопоеза, ведущих к снижению функций продуктивности сельскохозяйственных животных [5, 6]. В связи с этим обеспеченность йодом и селеном животных и человека приобретает особое значение [7].

Цель исследования.

Изучить влияние двукратной внутримышечной инъекции препарата микроэлементов на некоторые биохимические показатели крови коров.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Коровы герефордской породы импортной селекции, возраст – 4-6 лет, живая масса – $548,4 \pm 12,3$ 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. Исследования проведены на коровах ($n=48$) герефордской породы с низкими воспроизводительными способностями (не пришли в охоту более 2 месяцев), от которых на основании результатов анализа содержания в шерсти йода и селена (ниже 25 процентиля, $I < 0,28$ мг/кг, $Se < 0,58$ мг/кг) отобрали 30 голов. Скот принадлежит ООО СП «Колос» Оренбургской области. Отбор образцов шерсти проводили машинкой с длиной остатка от корня не более 1,8 мм.

Животных разделили по принципу аналогов на 2 группы – контрольную ($n=15$) и опытную ($n=15$). Опытным животным на 1 и 10 сутки внутримышечно вводили по 10 мл коммерческий препарат, содержащий в 1 мл: йод – 5,5-7,5 мг, селен в органической форме – 0,07-0,09 мг (соответствует 0,16-0,20 мг селенита натрия), железо (Fe^{3+}) – 16-20 мг. Отбор проб производили на 1, 14 и 28 сутки эксперимента. В период проведения опыта рацион животных включал: сено естественных угодий – 8 кг, сенаж люцерновый – 6 кг, концентраты: смесь ячменя, пшеницы, овса – 3,0 кг. В нём содержалось: ОЭ – 106,2 МДж, сухого вещества – 12,1 кг, переводимого протеина – 1092 г.

Для определения биохимических показателей проводили забор крови утром до кормления и поения из хвостовой вены на уровне средней трети тела 2-5 хвостовых позвонков в вакуумные пробирки.

Оборудование и технические средства. Кровь для биохимических исследований отбирали в вакуумные пробирки APEXLAB с активатором свёртывания («Hebei Xinl Sky & Tech Co., Ltd»), иглы для забора крови Bodywin. Биохимический анализ крови осуществлялся с помощью автоматического биохимического анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай). Биохимический анализ проводился с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии «ДиаВетТест» (производитель – Россия) и коммерческих биохимических наборов Randox (производитель – США) в условиях Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). Отбор образцов шерсти проводили при помощи беспроводной машинки для стрижки коров, лошадей и мелких животных «Heiniger Saphir» (Швейцария).

Статистическая обработка. Для проверки гипотезы о нормальности распределения количественных признаков применяли критерий Шапиро-Уилка. Достоверность различий проверяли при помощи U-критерия Манна-Уитни. Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (P), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался меньшим или равным 0,05. Для обработки данных использовали пакет прикладных программ Statistica 10.0 («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Результаты биохимических показателей сыворотки крови коров с низкими воспроизводительными способностями до внутримышечного введения йодселенсодержащего препарата показали отсутствие статистически значимой разницы по исследуемым признакам (табл. 1).

Таблица 1. Биохимические показатели крови коров с низкими воспроизводительными способностями при постановке на опыт, ($M \pm m$)

Показатель	Контрольная	Опытная
Глюкоза, ммоль/л	3,27±0,28	3,32±0,31
Общий белок, г/л	92,57±7,01	91,28±8,23
Альбумин, г/л	33,82±2,32	33,45±2,16
АЛТ, ед/л	36,20±4,33	34,77±6,70
АСТ, ед/л	95,72±12,15	95,78±16,93
Билирубин общ., мкмоль/л	9,47±0,38	10,07±0,32
Билирубин прям., мкмоль/л	1,35±0,25	1,33±0,26
Холестерин, ммоль/л	7,91±1,65	6,72±1,59
Триглицериды (Тг), ммоль/л	0,11±0,02	0,10±0,02
Мочевина, ммоль/л	2,69±2,29	1,79±1,16
Креатинин, ммоль/л	60,45±6,97	56,91±11,16
Гамма-глутамилтрансфераза (γ -ГТ), ед/л	217,0±65,64	189,55±50,44
Са, ммоль/л	2,52±0,14	2,57±0,17
Fe, ммоль/л	28,90±2,21	31,58±2,75
Хлорид, ммоль/л	98,64±8,38	100,64±5,20
Щелочная фосфатаза, ед/л	90,45±16,26	88,09±17,24
Холинэстераза, ед/л	670,91±29,64	582,0±20,74
Mg, ммоль/л	1,07±0,09	1,01±0,11
P, ммоль/л	1,16±0,44	0,98±0,34
Мочевая кислота, мкмоль/л	25,56±7,54	28,73±10,01

Биохимические исследования крови коров контрольной группы через 2 и 4 недели эксперимента в связи с однотипным рационом кормления и содержанием претерпели незначительные изменения и были статистически не достоверны, чего не скажешь о животных опытной группы (рис. 1 и 2).

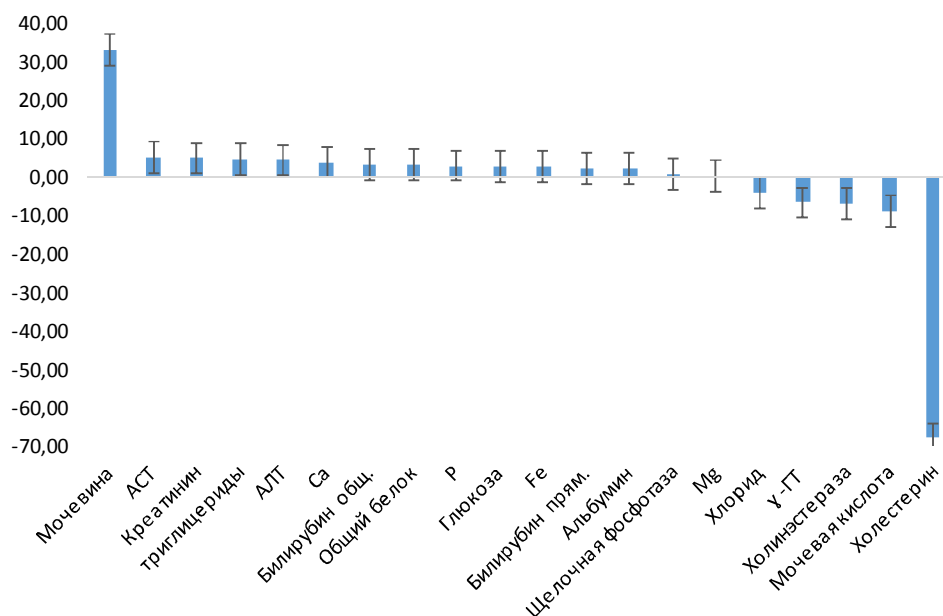


Рис. 1 – Разница по содержанию биохимических показателей в крови коров с низкими воспроизводительными способностями через 2 недели эксперимента по сравнению с постановкой на опыт, %

100 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

В периферической крови коров через 14 дней эксперимента отмечалось достоверное увеличение содержания: мочевины – на 33,0 % ($P \leq 0,01$), АСТ – на 5,2 % ($P \leq 0,05$), при меньшем содержании гамма-глутамилтрансферазы – на 6,7 % ($P \leq 0,01$), мочевой кислоты на – 8,9 % ($P \leq 0,01$), холестерина – на 68,06 % ($P \leq 0,001$) по сравнению с началом эксперимента.

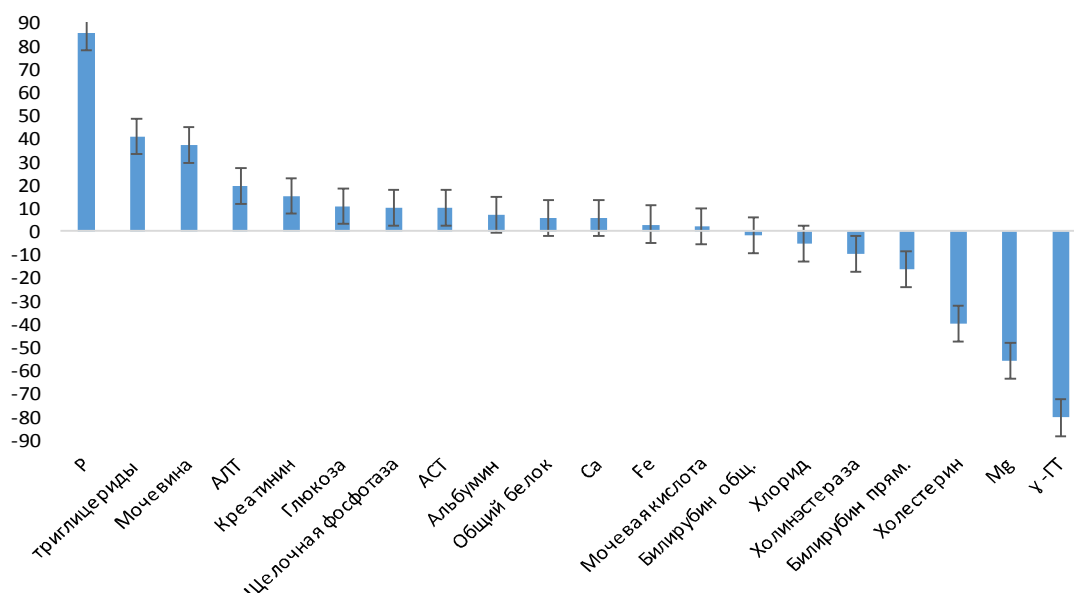


Рис. 2 – Разница по содержанию биохимических показателей в крови коров с низкими воспроизводительными способностями через 4 недели эксперимента по сравнению с постановкой на опыт, %

На 28 сутки эксперимента наблюдалось ещё большее изменение биохимических показателей сыворотки крови по сравнению с началом эксперимента, произошло увеличение содержания фосфора на 86,0 % ($P \leq 0,001$), триглицеридов – на 41,0 % ($P \leq 0,001$), мочевины – на 37,6 % ($P \leq 0,001$), АЛТ – на 20,0 % ($P \leq 0,01$), креатинина – на 15,3 % ($P \leq 0,01$), глюкозы – на 11,2 % ($P \leq 0,01$), щелочной фосфатазы – на 10,4 % ($P \leq 0,01$), АСТ – на 10,4 % ($P \leq 0,01$), альбуминов – на 7,1 % ($P \leq 0,05$), общего белка – на 5,9 % ($P \leq 0,05$), кальция – на 5,6 % ($P \leq 0,05$), при снижении холинэстеразы – на 9,6 % ($P \leq 0,05$), билирубина прямого – на 16,4 % ($P \leq 0,01$), холестерина – на 39,6 % ($P \leq 0,001$), магния – на 56,2 % ($P \leq 0,01$), гамма-глутамилтрансферазы – на 80,7 % ($P \leq 0,001$).

Обсуждение полученных результатов.

Многочисленными исследованиями почв, кормов, воды установлено, что вся территория Оренбургской области является йодселендефицитной провинцией [9-11].

Для восполнения дефицита йода и селена в кормлении сельскохозяйственных животных применяются различные способы их компенсации. Главным образом это осуществляется путём введения в состав рационов различных подкормок. При этом следует помнить, что йод – высокоактивный химический элемент и имеет свойство высокой летучести, в связи с этим эффективность применения его в рационе значительно снижается. В процессе приготовления и хранения он соединяется с другими биологически активными веществами, входящими в состав корма, и превращается в неусвояемые для организма животных формы. Кроме того, при пероральном применении кормов, содержащих йодистые препараты, они подвергаются воздействию желудочного сока, где в кислой среде восстанавливаются до молекулярного состояния и не усваиваются в желудочно-кишечном тракте животных [12, 13].

В связи с этим нами было выбрано внутримышечное введение данных препаратов, которое позволяет исключить улетучивание йодистых соединений и негативное действие желудочного сока.

Научно доказано, что дефицит йода и селена неблагоприятно отражается на репродуктивной функции организма и ассоциируется с риском развития бесплодия, синдромом задержки внутриутробного развития плода, преэклампсии и мертворождения [14-16].

Благодаря этим исследованиям, нами была выдвинута гипотеза повышения воспроизводительных качеств скота при использовании инъекций микроэлементов содержащих йод и селен.

При введении препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов: селен, йод, железо нами установлены значительные изменения в биохимических показателях сыворотки крови, участвующих в белковом (общий белок, альбумины, АЛТ, АСТ, щелочная фосфатаза, холинэстераза, мочевины, гамма-глутамилтрансфераза), углеводном (глюкоза, креатинин, прямой билирубин), жировом (триглицериды, холестерин) и минеральном (кальций, фосфор, магний) обменах.

Это принципиально не противоречит ранее проведённым исследованиям [17-19].

Выводы.

Внутримышечное введение препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов, коровам с низкими воспроизводительными качествами способствует увеличению концентрации в сыворотке крови общего белка, триглицеридов, глюкозы, мочевины, кальция, фосфора и снижению содержания билирубина, холестерина и магния, которые участвуют в белковом, липидном, углеводном и водно-минеральном обменах.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0005)

Литература

1. Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В. Особенности элементного состава шерсти и адаптационные способности тёлочек импортной селекции в зависимости от их продуктивности // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2 (94). С. 39-44.
2. Шевченко С.А., Еранов А.М., Прохоров О.Н. Некоторые биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота при скормливании добавок селена и йода // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006. № 4(24). С. 43-46.
3. Влияние содержания химических элементов в шерсти и клинических показателей крови на репродуктивные качества мясных коров / А.Н. Фролов, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, И.В. Маркова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 80-87.
4. Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе / С.А. Мирошников, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Кудашева, А.Г. Зелепухин, А.Х. Заверюха, В.Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 94-99.
5. Самохин В.Т. Комплексный хронический дефицит гипомикроэлементов в организме животных – важный негативный экологический фактор для здоровья животных и человека // Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы ноосферных технологий: материалы VI Междунар. биогеохим. шк. АГТУ. Астрахань, 2008. С. 159-160.
6. Региональные особенности элементного статуса лошадей / В.В. Калашников, А.М. Зайцев, М.М. Атрошенко, С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 10-17.
7. Arthur J.R., Beckett G.J. Roles of selenium in type I iodithyronine 5-deiodinase and in thyroid hormone and iodine metabolism // Ed. R.F. Burk. N.Y. Springer-Verlag, 1994. P. 93-115.

102 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

8. Элементный статус коров мясного направления продуктивности в Оренбургской области / А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. 2018. № 1(101). С. 51-58.

9. Нотова С.В. К пониманию связи минерального статуса студентов и успеваемости // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № 2(40). С. 53-55.

10. Гигиеническая оценка селенового статуса Оренбургского региона / С.А. Мирошников, Т.И. Бурцева, Н.А. Голубкина, С.В. Нотова, А.В. Скальный, О.И. Бурлуцкая // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 12 (94). С. 95-98.

11. Региональные особенности элементного гомеостаза и проблема экологофизиологической адаптации: методологический аспект / С.А. Мирошников, С.В. Нотова, С.В. Мирошников, И.П. Болодурина, А.В. Скальный // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 6. С. 52-55.

12. Пронин В.В., Фисенко С.П., Пронин А.В. Характеристика морфологических и биохимических показателей крови телят чёрно-пёстрой породы под влиянием йода и селена // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2010. Т. 201. С. 316-319.

13. Шевченко С.А., Рассолов С.Н., Еранов А.М. Воспроизводительная способность ремонтных свинок при скормливании селена и подкожной имплантации йода // Новые пробиотические и иммуностропные препараты в ветеринарии: материалы Рос. науч.-практ. конф. Новосибирск: НГАУ, 2003. С. 31-33.

14. Решетник Л.А., Парфёнова Е.О. Биогеохимическое и клиническое значение селена для здоровья человека // Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2. Вып. 2. С. 2-8.

15. Трошина Е.А. Профилактика заболеваний, связанных с дефицитом йода, в группах высокого риска их развития: современные подходы // Педиатрическая фармакология. 2010. Т. 7. № 3. С. 46-50.

16. Громова О.А., Торшин И.Ю., Кошелева Н.Г. Молекулярные синергисты йода: новые подходы к эффективной профилактике и терапии йоддефицитных заболеваний у беременных // Русский медицинский журнал. 2011. Т. 19. № 1. С. 51-58.

17. Воробьёв В.И., Щербакова Е.Н., Захаркина Н.И. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная защита у свиней в процессе постнатального онтогенеза // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-3. С. 247.

18. Динамика общего белка и его фракций в сыворотке крови сельскохозяйственной птицы под влиянием препаратов селена и йода / С.А. Шевченко, А.И. Шевченко, О.А. Багно, А.И. Алексеева // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. № 1(42). С. 167-174.

19. Комарова З.Б., Сердюкова Я.П. Гематологические показатели лактирующих коров при использовании в их рационах новой биологически активной кормовой добавки «селениум-вита» // Аграрный научный журнал. 2014. № 1. С. 26-28.

Фролов Алексей Николаевич, 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: forleh@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

Харламов Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом 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: vniims.or@mail.ru

Макаева Айна Маратовна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 4 июня 2018 года

UDC 591.11:636.085:577.17

Frolov Alexey Nikolaevich, Zavyalov Oleg Aleksandrovich, Kharlamov Anatoly Vasilyevich, Makaeva Aina Maratovna

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

Evaluation of biochemical parameters of blood of cows with low reproductive qualities after intramuscular injection with a preparation containing a complex of essential trace elements

Summary. The article presents data on the effect of parenteral administration of a micronutrient preparation on the biochemical parameters of cows blood.

Studies were carried out on 30 cows of the Hereford breed. The criterion for selecting animals was the deficit of iodine and selenium in wool ($I < 0.28$ mg/kg, $Se < 0.58$ mg/kg) and low reproductive capacity (no estrus for more than 2 months). The animals were divided according to the principle of analogues into 2 groups – control ($n=15$) and experimental ($n=15$). Experimental animals were injected intramuscularly with 10 ml of a commercial preparation containing 1 ml each: iodine – 5.5-7.5 mg, selenium in organic form – 0.07-0.09 mg (corresponding to 0.16-0.20 mg sodium selenite), iron (Fe^{3+}) – 16-20 mg. Sampling was performed on days 1, 14 and 28 of the experiment. During the experiment, the animal diet included: hay – 8 kg, alfalfa haylage – 6 kg, concentrated feed: a mixture of barley, wheat, oats – 3.0 kg, it contained metabolizable energy – 106.2 MJ, dry matter – 12.1 kg, the transferred protein – 1092 g.

The biochemical parameters of the blood of the control group during the experimental period did not change significantly and were statistically inadequate.

It was observed that, on the 14th day of the experiment, serum levels of urea of experimental animals significantly increased by 33.0 %, AST by 5.2 %, with a decrease in gamma-glutamyl transferase – by 6.7 %, uric acid – by 8.9 % cholesterol – by 68.06 %. On the 28th day, the content of phosphorus increased by 86.0 %, triglycerides – by 41.0 %, urea – by 37.6 %, ALT – by 20.0 %, creatinine – by 15.3%, glucose – by 11.2 %, alkaline phosphatase – by 10.4 %, AST – by 10.4 %, albumin – by 7.1%, total protein – by 5.9 %, calcium – by 5.6 %, with a decrease cholinesterase – by 9.6 %, direct bilirubin – by 16.4 %, cholesterol – by 39.6 %, magnesium – by 56.2 %, gamma-glutamyltransferase – by 80.7 % compared with the beginning of the experiment.

Key words: cattle, cows, Hereford breed, elemental status, blood, iodine, selenium.

УДК 636.52/58:612.432:636.06

Состояние гипофизарно-тиреоидной системы в организме кур в ходе яйцекладки

Л.Ш. Горелик¹, О.В. Горелик², С.Ю. Харлан²

¹ Сибайский мясокомбинат

² ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»

Аннотация. Тиреоидные гормоны регулируют процессы развития, созревания, специализации и обновления почти всех тканей организма, обеспечивают нормальный энергетический обмен.

Целью работы явилось установить уровень гормонов гипофизарно-тиреоидной системы в организме кур на разных стадиях яйцекладки. Тиреотропный гормон в организме несушек влияет на развитие тиреоидных фолликулярных клеток в щитовидной железе и определяет скорость высвобождения из фолликулярного коллоида в кровоток тироксина и трийодтиронина.

В результате исследований было установлено, что содержание тиреотропного гормона гипофиза (ТТГ) в крови кур достоверно не зависело от срока репродуктивного периода и колебалось в интервале 0,40-0,41 мкМЕ/мл. Степень влияния тиреотропного гормона на скорость секреции и дейодирования тироксина плавно уменьшалась в ходе яйцекладки, что подтверждалось снижением величины соотношения трийодтиронина и тироксина (T_3/T_4) с 0,44 (26-недельный возраст) до 0,34 усл. ед. ($P \leq 0,05$) (80-недельный возраст) и повышением T_4/T_3 с 2,32 до 2,92 усл. ед. Ослабление регулирующего воздействия ТТГ на T_4 сопровождалось уменьшением яйценоскости несушек. Основным действующим тиреоидным гормоном в организме кур является T_3 , а тироксин – его предшественник – прогормон, обеспечивающий постоянный запас гормона в малоактивной форме. Тиреоидный профиль оказывает влияние на активность и соотношение процессов анаболизма и катаболизма в белковом обмене организма кур-несушек.

Ключевые слова: куры, яйцекладка, тиреоидные гормоны, гипофизарно-тиреоидная система.

Введение.

Показателями функциональных возможностей организма служат параметры отдельных органов и систем, взаимосвязь между которыми, а также протекание в них метаболических реакций определённой интенсивности, объединение их в единое целое – живой организм, состояние «гомеостаза» обеспечивается с помощью биологического действия гормонов [1-3], в том числе и тиреоидных, необходимых для нормального развития, роста и функционирования органов.

Тиреоидные гормоны регулируют процессы развития, созревания, специализации и обновления почти всех тканей организма, обеспечивают нормальный энергетический обмен (увеличивают количество митохондрий, стимулируют образование энергии и тепла, повышают потребность тканей в кислороде; влияют на образование более 100 различных ферментов; участвуют в обмене углеводов, жиров, витаминов, кальция и магния и др.) [4]. Высокая продуктивность несушек в условиях промышленной технологии обеспечивается за счёт повышения интенсивности обменных процессов в их организме [3, 5-7]. Поддерживать её можно только благодаря координированию метаболических потоков на клеточном, органном и организменном уровнях. При этом регулирующим фактором будут гормоны, в том числе и тиреоидные.

Гормональная регуляция в организме животных и птиц, в том числе и гипофизарно-тиреоидная, осуществляется по принципу обратной связи [8-12].

Цель исследования.

Установить уровень гормонов гипофизарно-тиреоидной системы в организме кур на разных стадиях яйцекладки.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Куры-несушки одновозрастного промышленного стада кросса «Ломан белый» в ходе яйцекладки.

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 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. Экспериментальная часть работы выполнена на базе ОАО «Челябинская птицефабрика» и в лаборатории ФГБОУ ВО «Уральская государственная академия ветеринарной медицины» органической, биологической и физколлоидной химии.

По принципу сбалансированных групп была сформированы три опытные группы (n=10). Первая группа кур-несушек – в возрасте 26 недель (начало репродуктивного периода), вторая – в 52 недели (пик яйцекладки), третья – 80 недель (конец яйцекладки). Образцы проб брали в разные периоды методом случайной выборки из каждой группы.

Куры-несушки содержались в основных производственных корпусах, оборудованных клеточными батареями.

Концентрацию тироксина, трийодтиронина и тиреотропного гормона в сыворотке крови определяли методом твёрдофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с применением моноклональных антител. При добавлении исследуемого образца и конъюгата Т₄-пероксидаза во время инкубации эндогенный Т₄ сыворотки крови конкурирует с Т₄, входящим в состав конъюгата, за связывание с моноклональными антителами к Т₄, иммобилизованными на внутренней поверхности лунок планшета.

При удалении из лунок происходит разделение свободного и связанного антителами конъюгата Т₄-пероксидаза, причём количество связанного антителами конъюгата обратно пропорционально количеству свободного Т₄ в образце сыворотки крови.

Во время инкубации с ТМБ-субстратным раствором происходит окрашивание раствора в лунках. Степень окраски прямо пропорциональна количеству связанного антителами конъюгата Т₄-пероксидаза. После измерения оптической плотности раствора в лунках на основании калибровочного графика рассчитывается концентрация свободного Т₄ в исследуемых образцах. Концентрацию гормона рассчитывали по калибровочному графику, единица измерения – пмоль/л.

Метод определения трийодтиронина основан на твёрдофазном конкурентном иммуноферментном анализе с применением моноклональных антител. При добавлении исследуемого образца и конъюгата Т₃-пероксидаза во время инкубации эндогенный Т₃ сыворотки крови конкурирует с Т₃, входящим в состав конъюгата, за связывание с моноклональными антителами к Т₃, иммобилизованными на внутренней поверхности лунок планшета.

При удалении из лунок происходит разделение свободного и связанного антителами конъюгата Т₃-пероксидаза, причём количество связанного антителами конъюгата обратно пропорционально количеству свободного Т₃ в образце сыворотки крови.

Во время инкубации с ТМБ-субстратным раствором происходит окрашивание раствора в лунках. Степень окраски прямо пропорциональна количеству связанного антителами конъюгата Т₃-пероксидаза. После измерения оптической плотности раствора в лунках на основании калибровочного графика рассчитывается концентрация свободного Т₃ в исследуемых образцах. Концентрацию гормонов рассчитывали по калибровочному графику, единица измерения – пг/мл.

Метод определения ТТГ основан на применении «сэндвич» – варианта твёрдофазного ИФА. Для его реализации использованы два моноклональных антитела с разной специфичностью к двум доменам молекулы ТТГ: первые антитела иммобилизованы на твёрдой фазе, вторые (меченые пероксидазой хрена) входят в состав конъюгата. В лунках при добавлении исследуемого образца и конъюгата анти-ТТГ-пероксидаза, во время инкубации одновременно происходят иммобилизация ТТГ, содержащегося в исследуемом образце, и связывание его с конъюгатом. Количество связавшегося конъюгата прямо пропорционально количеству ТТГ в исследуемом образце.

106 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

Во время инкубации с ТМБ-субстратным раствором происходит окрашивание раствора в лунках. Степень окраски прямо пропорциональна концентрации ТТГ в анализируемых пробах. После измерения оптической плотности раствора в лунках на основании калибровочного графика рассчитывается концентрация ТТГ в исследуемых образцах. Концентрацию гормонов рассчитывали по калибровочному графику, единица измерения – мкМЕ/мл.

Оборудование и технические средства. Исследования проведены в лаборатории ФГБОУ ВО «Уральская государственная академия ветеринарной медицины». Для исследований использовали иммуноферментный анализатор Cobas e 411 («Roche», Швейцария), в комплекте с StatFax 2100 и комплектом восьмиканальных дозаторов Колор; штатив; комплект наконечников для дозаторов.

Статистическая обработка. Экспериментальный цифровой материал, полученный в опыте, был подвергнут статистической обработке с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» и обработкой данных в «Statistika 6.0» («Stat Soft Inc.», США). Статистический анализ включал расчёт средней арифметической величины и её ошибки, анализ связи двух признаков параметрическим методом Пирсона и анализ вида зависимости одного признака от нескольких признаков построением линейного регрессионного уравнения с использованием прямого пошагового алгоритма. Достоверность различий между признаками оценивали с учётом парного критерия t-Стьюдента для нормального распределения переменных и F-критерия Фишера.

Результаты исследований.

Тиреотропный гормон в организме несушек влияет на развитие тиреоидных фолликулярных клеток в щитовидной железе и определяет скорость высвобождения из фолликулярного коллоида в кровотоки тироксина и трийодтиронина. В результате исследований было установлено, что содержание тиреотропного гормона гипофиза (ТТГ) в крови кур достоверно не зависело от срока репродуктивного периода (табл. 1) и колебалось в интервале 0,40-0,41 мкМЕ/мл.

Таблица 1. Возрастная динамика гормонов (n=10), $\bar{X} \pm S_x$

Показатель	Возраст кур-несушек, нед		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
ТТГ, мкМЕ/мл	0,41±0,009	0,40±0,003	0,40±0,003
Т ₃ , пг/мл	3,25±0,16	3,35±0,19	3,00±0,11
Т ₄ , пмоль/л	7,45±0,85	9,10±0,26	8,75±0,55

Примечание: ТТГ – тиреотропный гормон; Т₃ – трийодтиронин; Т₄ – тироксин

Несмотря на постоянство концентрации ТТГ, в организме кур-несушек формировалась определённая скорость реализации его действия в системе «гипофиз-щитовидная железа», что регулировало функциональную активность щитовидной железы и кооперативно включало каскад реакций секреции, активации, транспорта, клеточного захвата и рецепторного связывания йодтиронинов. Всё это обеспечивало изменение концентрации гормонов в зависимости от возраста и срока репродуктивного периода кур.

При этом количество трийодтиронина (Т₃) колебалось практически на одном и том же уровне, составляя 3,00-3,25 пг/мл (табл. 1), хотя и имело тенденцию к снижению в ходе яйцекладки. Более значительно зависела от возраста кур концентрация тироксина (Т₄), хотя и недостоверно. Минимальный уровень гормона содержался в крови 26-недельных несушек (7,45±0,85 пмоль/л), повышаясь к 52 неделе в 1,22 раза и составляя 9,10±0,26 пмоль/л. В конце яйцекладки (возраст – 80-недель) количество Т₄ составило 8,75±0,55 пмоль/л (табл. 1).

Концентрация тироксина во все периоды яйцекладки превышала содержание трийодтиронина более чем в 2 раза. Об этом свидетельствовала величина отношения T_4/T_3 , имеющая минимальное значение и, как следствие, наименьшую разницу между концентрациями тиреоидных гормонов в начале (26 недель) репродуктивного периода. Величина отношения T_4/T_3 постепенно возрастала с возрастом кур за счёт увеличения концентрации тироксина (табл. 2). Логично предположить, что в организме несушек более строго контролируется уровень трийодтиронина, чем тироксина, что, вероятно, являлось результатом их разной биологической роли в организме птиц (трийодтиронин более активно использовался клетками тканей и органов – мишеней биологического действия гормона). Вероятно, собственно гормональный эффект принадлежит, главным образом, трийодтиронину. При этом чем ниже величина соотношения тироксина и трийодтиронина, тем выше конверсия T_4 в T_3 , осуществляемая с помощью ферментов дейодиназ (периферическое монодейодирование T_4) и более выражено биологическое действие тиреоидных гормонов на процессы метаболизма в организме кур.

Для проверки данного предположения мы рассчитали величину соотношения T_3/T_4 , которая отражала проявление физиологического действия тиреоидных гормонов. На протяжении всего репродуктивного периода наблюдалась тенденция к понижению этого показателя в зависимости от возраста кур [11]. При этом наибольшее значение она имела у несушек в возрасте 26-недель ($0,44 \pm 0,11$ усл. ед.), а минимум – в 80 недель ($0,34 \pm 0,11$ усл. ед.; $P \leq 0,05$) (табл. 2).

Таблица 2. Соотношения тиреоидных гормонов ($n=10$), $\bar{X} \pm S_x$

Показатель	Возраст кур-несушек, нед.		
	26 (начало яйцекладки)	52 (пик яйцекладки)	80 (конец яйцекладки)
T_4/T_3 , усл. ед.	$2,32 \pm 0,26$	$2,77 \pm 0,14$	$2,92 \pm 0,26$
T_3/T_4 , усл. ед.	$0,44 \pm 0,11$	$0,37 \pm 0,01^*$	$0,34 \pm 0,11^*$
TTG/T_3 , усл. ед.	$0,13 \pm 0,02$	$0,12 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$
T_3/TTG , усл. ед.	$7,93 \pm 0,46$	$8,37 \pm 0,10$	$7,50 \pm 0,31$
TTG/T_4 , усл. ед.	$0,055 \pm 0,01$	$0,043 \pm 0,001^*$	$0,046 \pm 0,002^*$
T_4/TTG , усл. ед.	$18,17 \pm 0,26$	$22,75 \pm 0,24^*$	$21,87 \pm 0,42^*$
T_3+T_4/TTG , усл. ед.	$26,09 \pm 2,46$	$31,12 \pm 0,93^*$	$29,37 \pm 2,54$
TTG/T_3+T_4 , усл. ед.	$7,61 \pm 0,38$	$9,24 \pm 0,74$	$8,98 \pm 0,33$
Продуктивность по стаду, %	95,0	97,0	80,0

Примечание: ТТГ – тиреотропный гормон; T_3 – трийодтиронин; T_4 – тироксин;

* – $P \leq 0,05$ по отношению к 26 неделе репродуктивного периода

На основании величин соотношений T_4/T_3 и T_3/T_4 можно сделать вывод, что тироксин в организме кур является гормоном-предшественником и подвергается постоянному «периферическому» дейодированию до трийодтиронина, обеспечивая его содержание в крови [12].

Дейодирование тироксина, кроме печени и почек, протекает и в клетках гипофиза, где под действием фермента дейодиназы происходит синтез T_3 . Поэтому ТТГ в значительной степени регулирует скорость данной реакции посредством механизма обратной связи в системе гипофиз-щитовидная железа, а также образование и секрецию T_4 [8-10].

С целью оценки доли влияния ТТГ на взаимопревращения тироксина и трийодтиронина, а также их секрецию были рассчитаны соотношения концентраций между ТТГ, с одной стороны, и T_3 и T_4 – с другой.

Установлено, что величина соотношения TTG/T_3 и T_3/TTG достоверно не зависела от возраста кур и срока репродуктивного периода (табл. 2). Следовательно, ТТГ не оказывал прямого влияния на концентрацию трийодтиронина в крови несушек и его секрецию.

Значение отношения ТТГ/ T_4 и T_4 /ТТГ изменялось в ходе репродуктивного периода соответственно с 0,055 и 18,17 усл. ед. в 26-недельном возрасте кур до $0,043 \pm 0,001$ ($P \leq 0,05$), $22,75 \pm 1,44$ ($P \leq 0,05$) в 52-недельном и $0,46 \pm 0,002$ ($P \leq 0,05$), $21,87 \pm 0,42$ ($P \leq 0,05$) усл. ед. в 80-недельном (табл. 2). Значит, ТТГ оказывал прямое влияние на концентрацию и секрецию тироксина. Вероятно, поэтому и динамика величины $T_3 + T_4$ /ТТГ имеет такой же характер изменчивости, как T_4 /ТТГ.

Максимально воздействие тиреотропного гормона на данные процессы было выражено в начале яйцекладки, что соответствовало наивысшей яйценоскости кур. Степень влияния тиреотропного гормона на скорость секреции и дейодирования тироксина планомерно уменьшалась в ходе яйцекладки, что подтверждалось снижением величины соотношения трийодтиронина и тироксина (T_3/T_4) с $0,44 \pm 0,11$ (26-недельный возраст) до $0,34 \pm 0,11$ усл. ед. ($P \leq 0,05$) (80-недельный возраст) и повышением T_4/T_3 с $2,32 \pm 0,26$ до $2,92 \pm 0,26$ усл. ед. Ослабление регулирующего воздействия ТТГ на T_4 сопровождалось уменьшением яйценоскости несушек и свидетельствовало о наличии взаимосвязи между продуктивностью кур и внутриклеточным метаболизмом T_4 .

Обсуждение полученных результатов.

В организме кур-несушек кросса «Ломан белый» между ТТГ и трийодтироном/тироксинами функционирует отрицательная обратная связь, которая обеспечивает высокий уровень секреции тиреоидных гормонов в щитовидной железе, а также скорость дейодирования тироксина в трийодтиронин. В совокупности данные факторы определяют секрецию и высвобождение ТТГ из гипофиза в кровь, а также функциональное состояние связи в системе «гипофиз-щитовидная железа».

Основным действующим тиреоидным гормоном в организме кур является T_3 , а тироксин – его предшественник – прогормон, обеспечивающий постоянный запас гормона в малоактивной форме.

Состояние гипофизарно-тиреоидной системы в организме несушек зависит от возраста кур (периода яйцекладки) и уровня яйценоскости. Яичная продуктивность формируется на фоне постоянства тиреотропной функции гипофиза и изменяющемся уровне гормонов щитовидной железы. Это объясняется тем, что уровень яйценоскости сопряжён с активностью основного обмена, в регуляции которого принимает участие процесс периферического превращения T_4 в T_3 .

На следующем этапе нашей работы мы выполнили корреляционный анализ и выявили корреляционные взаимосвязи с помощью линейного коэффициента корреляции по методу Пирсона между биохимическими показателями крови, характеризующими направленность и активность белкового обмена в организме кур-несушек, и уровнем тиреоидных гормонов.

Было установлено, что независимо от возраста, срока репродуктивного периода и уровня яйценоскости кур-несушек в организме птиц формируются следующие корреляционной структуры гормонов:

1. Независимо от уровней тироксина и трийодтиронина в крови несушек выявлен однотипный вид прямой, достоверной корреляции между T_3 и T_4 , с одной стороны, и альбуминами, с другой стороны, в ходе репродуктивного периода. Значение корреляций колебалось на уровне $r = 0,71 - 0,82$ ($P \leq 0,05$).

2. Трийодтиронин в ходе яйцекладки достоверно коррелировал с активностью АсАТ. Значения коэффициентов корреляции колебались в пределах $0,79 - 0,98$ ($P \leq 0,05$). Считаем, что данный вид связи в системе тиреоидных гормонов имеет основополагающее значение, определяющее направленность биохимических реакций в обмене белков, так как фермент АсАТ является метаболоном цикла Кребса, поставляя в него субстраты для окислительного распада (продукты дезаминирования аминокислот – α -кетокислоты), что формирует энергетическую основу метаболического статуса организма кур и, соответственно, яичной продуктивности. Поэтому трийодтиронин, регулируя каталитическую активность АсАТ, поддерживает соответствующую интенсивность катаболических процессов, синтеза энергии и её распределения.

3. Количество достоверных корреляций было наибольшим в возрасте несушек 26 и 52 недель, соответствующих периодам максимальной яичной продуктивности.

Следовательно, яйценоскость несушек – это результат скоординированности тиреоидного профиля организма птиц с интенсивностью обменных процессов. Конечно, в данные сроки яйцекладки тиреоидные гормоны в большей степени влияют на активность анаболических реакций в обмене белков, преобладающих в организме кур. Это предположение подтверждается отсутствием достоверных корреляционных связей между T_3 , T_4 , ТТГ и мочевиной.

4. Между показателями тиреоидного профиля и биохимическими параметрами крови установлены, в основном, только положительные корреляционные связи, что свидетельствует о непосредственном действии тироксина, трийодтиронина и тиреотропного гормона на процессы метаболизма белка.

5. Во все сроки репродуктивного периода T_3 и T_4 достоверно коррелировали с концентрацией мочевой кислоты на уровне $r=0,73-0,83$ ($P \leq 0,05$). Мочевая кислота – это один из конечных и для птиц основных продуктов, в виде которого удаляется азот, высвобождаемый в обмене белков.

Таким образом, активность обмена белка в организме птиц является одним из эффектов действия тиреоидных гормонов. Именно данные гормоны определяют направленность белкового обмена, так как их влияние может быть как анаболическим, так и катаболическим. Полученные нами в процессе исследования данные свидетельствуют о том, что яйценоскость есть результат регуляции тиреоидными гормонами обмена белков.

Деятельность щитовидной железы в организме птиц контролируется сложным нейро-гуморальным механизмом, составляющим гипоталамо-гипофизарно-тиреоидную систему, работающую по принципу обратных связей.

Впервые «принцип обратной связи» сформулировал в 1933 г. отечественный учёный М.М. Завадовский. Под обратной связью подразумевается система, в которой конечный продукт деятельности этой системы (например, гормон) модифицирует или видоизменяет функцию компонентов, составляющих систему, направленную на изменение количества конечного продукта (гормона) или активности системы. Жизнедеятельность всего организма является следствием функционирования многочисленных саморегулируемых систем, находящихся, в свою очередь, под контролем нейро-эндокринно-иммунной системы. Конечный результат или активность системы может модифицироваться двумя путями, а именно путём стимуляции для увеличения количества конечного продукта (гормона) или повышения активности эффекта, или путём угнетения (ингибирования) системы с целью уменьшения количества конечного продукта или активности [6, 8, 9].

Основным регулятором активности щитовидной железы является ТТГ, выработка и секреция которого находится под двойным контролем как центрального механизма (гипоталамического тиреотропинрилизинг – гормона), так и периферического (циркулирующий в крови пул тиреоидных гормонов). Уровень тиреоидных гормонов в периферических тканях и крови определяет выработку гипоталамического тиреолиберина, который, в свою очередь, регулирует биосинтез и освобождение в портальную систему гипофиза тиреотропного гормона [13]. За счёт функционирования данного механизма в крови кур-несушек поддерживалась практически постоянная концентрация ТТГ в ходе всего периода исследований, хотя содержание тироксина и трийодтиронина изменялось.

Выводы.

Тиреоидный профиль оказывает влияние на активность и соотношение процессов анаболизма и катаболизма в белковом обмене организма кур-несушек, что определяет количественную изменчивость показателей и характер их корреляционной взаимосвязи с уровнем гормонов. Данная структура взаимосвязей, формируемая в биосистеме (организме кур), является, с одной стороны, характеристикой реализации её продуктивного потенциала, с другой – основой для формирования качественного и количественного состава яиц.

Литература

1. Гончаров Н.П. Тиреоидные гормоны // Проблемы эндокринологии. 1995. № 3. С. 31-35.
2. Ветщев В.С., Мельниченко Е.А., Кузнецов Н.С. Заболевания щитовидной железы. М.: Медицина, 1996. С. 125-160.

110 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

3. Старков Н.Т. Руководство по клинической эндокринологии. Спб.: Питер, 1996. 360 с.
4. Середа Т.И., Дерхо М.А. Особенности метаболического профиля кур в репродуктивный период // Фундаментальные и прикладные проблемы науки: материалы VII междунар. симпозиума. М.: РАН, 2012. Т. 3. С. 160-168.
5. Балаболкин М.И. Достижения в изучении биосинтеза тиреоидных гормонов // Проблемы эндокринологии. 1988. Т. 34. № 2. С. 46-50.
6. Булатова С.В. Сезонная изменчивость гормонов щитовидной железы как отражение процессов адаптации у жителей Урала // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы X междунар. симпозиума. М., 2001. С. 156-158.
7. Коршунова Л.Г. Фенотипическая характеристика серых перепелов эстонской породы // Птица и птицепродукты. 2011. № 3. С. 45-52.
8. Туракулов Я.Х., Ташходжаева Т.П. Внутритиреоидное дейодирование тироксина: влияние ТТГ и денервации щитовидной железы // Проблемы эндокринологии. 1986. Т. 32. № 5. С. 72-76.
9. Туракулов Я.Х., Ташходжаева Т.П., Артыкбаева Г.М. Активность конверсии тироксина в трийодтиронин в печени и почках крыс // Проблемы эндокринологии. 1991. Т. 37. № 4. С. 44-46.
10. Рахимов И.Х., Дерхо М.А. Влияние технологии содержания на формирование тиреоидного и метаболического статуса у бычков симментальской и чёрно-пёстрой пород // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. 2013. Т. 214. С. 336-341.
11. Шарипкулова, Л.Ш. Гипофизарно-тиреоидный статус кур-несушек кросса «Ломанн-белый» // Научные труды Уральской государственной академии ветеринарной медицины. 2011. Т. XVI. С. 20-24.
12. Горелик Л.Ш., Дерхо М.А. Роль гипофизарно-тиреоидной системы в формировании продуктивности и метаболического профиля организма кур-несушек // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. № 2(28). С. 116-119.
13. Falk S.A. Thyroid Disorders // Clinica Chimica Acta. 1997. № 223. P. 159-167.

Горелик Ляля Шагитовна, кандидат биологических наук, технолог Сибайского мясокомбината, 453839, Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Белова, 1-3, тел.: 8-9127934513, e-mail: lyalya17071989@mail.ru

Горелик Ольга Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 460075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел.: 8-9221309590, e-mail: olgao205en@yandex.ru

Харлап Светлана Юрьевна, кандидат биологических наук, заведующий кафедрой химии и агроэкологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 460075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел.: 8-9920109678, e-mail: proffuniver@yandex.ru

Поступила в редакцию 21 февраля 2018 года

UDC 636.52/58:612.432:636.06

Gorelik Lilya Shagitovna¹, Gorelik Olga Vasilievna², Kharlap Svetlana Yurievna²

¹ *Sibaysky meat processing plant*, e-mail: lyalya17071989@mail.ru

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

The state of the pituitary-thyroidal system of chickens during the laying period

Summary. Thyroid hormones regulate the processes of development, maturation, specialization and turnover of almost all tissues of the body ensuring normal energy metabolism.

The aim of this study was to determine the level of the pituitary–thyroidal system hormones in the body of chickens at different laying stages. Thyroid-stimulating hormone in the organism of laying hens affects the development of thyroid follicular cells in the thyroid gland and determines the rate of release from follicular colloid of thyroxine and triiodothyronine in the bloodstream.

As a result of studies it was found that the content of a thyroid-stimulating pituitary hormone (TSH) in the blood of chickens was not significantly dependent on the duration of the reproductive period and varied in the range of 0.40-0.41 uIU/ml. The degree of thyroid stimulating hormone influence on the rate of secretion and thyroxine deiodination gradually decreased during the laying period which was confirmed by a decrease of the triiodothyronine and thyroxine ratio (T_3/T_4) from 0.44 (26-week age) to 0.34 relative units ($P \leq 0.05$) (80-week age) and an increase in T_4/T_3 from 2.32 to 2.92 relative units. Weakening of the regulatory effect of TSH on T_4 was accompanied by a decrease in the egg production of laying hens. The main active thyroid hormone in the organisms of chickens is T_3 and thyroxine, its predecessor, prohormone, providing a constant supply of hormone in a low-activity form. Thyroid profile affects the activity and the relation of the processes of anabolism and catabolism in the protein metabolism of laying hens.

Key words: chickens, egg-laying, thyroid hormones, pituitary-thyroidal system.

УДК 636:631.1

Преимущества мясного скотоводства в новых парадигмах развития

Е.М. Дусаева¹, А.Х. Курманова²

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

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье раскрыты конкурентные преимущества мясного скотоводства в новых парадигмах развития человечества, исследованы сущность устойчивого развития и цифровизации, приведены преимущества разведения мясных пород и перспективы развития мясного скотоводства как основы расширения сырьевой базы перерабатывающих предприятий и решения социально-экономических проблем сельских территорий.

Ключевые слова: мясное скотоводство, говядина, устойчивое развитие, цифровая экономика, сельские территории, конкурентные преимущества.

Введение.

Современное мировое сообщество, анализируя результаты предыдущего развития человеческого потенциала, техники, технологии, выработало для будущего цивилизации новые парадигмы развития человеческого общества. Объективность их возникновения обусловлена целью сохранения среды обитания и необходимостью усиления ответственности людей, живущих на планете, за свою деятельность.

Первая парадигма – это устойчивое развитие, основные идеи и принципы приняты многими странами и Российской Федерацией. Она предполагает качественные изменения во всех направлениях развития общества, оказывает влияние на уровень жизни ныне живущих и определяет будущее последующих поколений людей.

Второй парадигмой, кардинально меняющей условия для хозяйственной и общественной деятельности человека, является цифровая экономика. Компьютеризация, искусственный интеллект, новые машины и оборудование, роботизация всех процессов в сферах производства и потребления меняют мировоззрение людей. Для качественных преобразований во всех сферах экономики и управления конкретным воспроизводством и в соответствии с новыми парадигмами на новых методологических подходах необходимы усилия интеллектуальной, научной, образовательной среды. В сельскохозяйственном производстве стоит задача, используя конкурентные преимущества, полученные под влиянием объективных и субъективных факторов, например, природно-климатических и географических условий, биологических особенностей, традиций или организационных решений прошлого развития, перейти на качественно новый технологический уклад при помощи новых методов управления и организации бизнеса. Для этого в целях обеспечения продовольственной безопасности страны и импортозамещения необходимо стимулирование разведения крупного рогатого скота мясных пород. Обеспечение устойчивости развития сельских территорий за счёт занятости и самозанятости, повышения доходов сельского населения с использованием конкурентных преимуществ мясного скотоводства расширит сырьевую базу перерабатывающих, биотехнологических и других производств.

Конкурентные преимущества в реальных условиях рынка зависят от изменений потребительского спроса, конкурентного окружения, имиджа конкурирующих субъектов и маркетинговых ситуаций [1].

А.В. Чаянов о конкуренции в сельском хозяйстве отмечал, что мелкие, технически слабые хозяйства могут оказывать большое сопротивление своим конкурентам, что совершенно невозможно в индустрии [2].

Особенности функционирования производственных структур, условия для создания конкурентной среды в мясном скотоводстве для соответствия новым парадигмам развития на базе экологических, социальных и экономических индикаторов в достижении стратегических целей, поставленных Президентом и Правительством РФ, являются важными и требуют научных исследований в разных направлениях. Идеи и принципы устойчивого развития, цифровизация всех сфер жизни общества предполагают полное изменение в хозяйственных механизмах деятельности всех субъектов, рыночных системах и любых инфраструктурных элементах.

Цель исследования.

Разработать пути использования конкурентных преимуществ мясного скотоводства в новых парадигмах устойчивого развития и цифровой экономики.

Мясное скотоводство, обладающее рядом конкурентных преимуществ, которые в силу разных причин, имеющих глубокие корни в структурном и внесистемном преобразовании аграрного сектора, не используются хозяйствующими субъектами в полной мере.

Новые парадигмы развития человечества обуславливают необходимость изменения подходов в управлении воспроизводством в мясном скотоводстве.

Декларация Конференции ООН по окружающей среде в Стокгольме 1972 года, работы Римского клуба, Международная комиссия по окружающей среде и развитию при ООН под руководством Г. Х. Брундтланд определили идеи и принципы устойчивого развития (УР) как новой парадигмы развития человечества. Однозначного перевода на русский язык термина «устойчивое развитие» нет. Его ассоциируют со стабильностью, но это не отражает глубину содержания и поэтому УР следует понимать не как противопоставление антропоцентризма и биоцентризма, а их интеграцию в единую коэволюционную систему «человек-общество-природа», способную к ноосферогенезу. В данной системе взаимодействие природы и общества с переходом к УР и опережающие трансформации во всех видах деятельности человека должны быть с целью приведения в соответствие с возможностями биосферы и жизненными потребностями грядущих поколений и отвечать цивилизационным требованиям. Под УР понимают такое развитие всех видов деятельности, которое обеспечивает достойное благосостояние ныне живущим без ущерба будущим поколениям людей. Экологические, социальные и экономические проблемы глобального мира зависят от их решения в конкретном производстве и потреблении благ. В устойчивом развитии все производства, сферы обращения, любые сегменты жизнеобеспечения, всё должно быть нацелено на достижение главной цели – снизить антропогенное воздействие активной деятельности человека на биосферу [3].

С точки зрения уменьшения антропогенной нагрузки на биосферу на больших территориях России можно оценивать позитивно результаты реформ, приведшие к сокращению производства, основанного на традиционных технологиях без экологических ограничений. По данным Росстата сокращение поголовья крупного рогатого скота составило с 57 млн голов в 1990 г. до 18 млн голов в 2015 г., овец – с 58,2 млн до 24,9 млн голов, свиней – с 38,3 млн до 21,5 млн голов. Изменилась производственная структура сельского хозяйства. Эти процессы сопровождались исчезновением сельских поселений и деревень с издержками миграции трудоспособного населения. Обеспокоенность и негативная оценка сложившихся обстоятельств в некоторой степени нивелирована принятием Правительством РФ Государственной программы «Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года». Стратегия предполагает повышение качества жизни людей и вклада аграрного сектора в рост экономики страны и акцентирует, что это достижимо на основе преимуществ сельского образа жизни, сохранения социального и экономического потенциалов, выполнения функций: производственной, демографической, развития трудовых ресурсов, пространственно-коммуникационной, сохранения историко-культурных основ идентичности народов страны, поддержания социального контроля и освоенности сельских территорий [4, 5].

114 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

Наряду с УР важным для всех сфер деятельности общества является цифровизация экономики. Высокие достижения электроники, искусственного интеллекта и роботизации процессов в промышленности приводят к переходу на новый технологический уклад. В Государственной программе «Цифровая экономика Российской Федерации» заданы этапы цифровизации экономики и выполнения её миссии – повышение качества жизни населения, обеспечение конкурентоспособности страны и национальной безопасности. Распоряжением Правительства РФ от 29.03.2018 г. № 528-р из резервного фонда Правительства выделены бюджетные ассигнования в 3040,4 млн руб. на финансирование по направлениям «Информационная инфраструктура», «Формирование исследовательских компетенций и технологических заделов», «Информационная безопасность программы «Цифровая экономика Российской Федерации», а также учреждено автономное некоммерческое предприятие «Цифровая экономика».

Потенциальный эффект от цифровизации экономики к 2025 году оценивается экспертной группой Digital McKinsey в 4,1-8,9 трлн руб. или 19-34 % общего увеличения ВВП в ценах 2015 года. Цифровизация открывает новые возможности трудоустройства и привлекательности экономики для квалифицированных кадров, комфортные города для жизни, доступные цифровые сервисы и государственные услуги, качественную медицину и образование, рост покупательной способности населения [6].

Эксперты предлагают в цифровой экономике выделить сельское хозяйство в отдельное направление, исходя из государственных задач обеспечения продовольственной безопасности страны, экономического роста и устойчивого развития сельских территорий.

Новые прорывные технологии в сельскохозяйственном производстве, основанные на использовании роботов, беспилотных машин и возможностях лучшего применения человеческого потенциала в УР обуславливают расширение социально-экономических, организационно-технических и технологических исследований во взаимосвязи с природными, экологическими, общественными законами и ограничениями развития. Ориентация на реализацию целей УР потребует опережающего развития фундаментальных исследований в области естественных наук и применения разных форм и средств познания, которые в условиях цифровизации будут доступны всем.

Продвижение научных знаний в технику и производство, управление и образование, переоценка, определение взаимосвязей, степени влияния и взаимозависимости биологических и экономических процессов в аграрном секторе экономики потребует значительных затрат финансового и интеллектуального характера. Для управления роботами, новыми машинами и оборудованием в технологических процессах животноводства нужны люди с соответствующими знаниями и компетенциями, поэтому экспертизы основных образовательных программ подготовки бакалавров и магистров с современных позиций и требований УР и цифровизации более чем актуальны.

Новые методологические подходы в управлении и организации процессов производства, переработки, доведения конечного продукта до потребителя и переосмысления целей и действий хозяйствующих субъектов с целью гармонизации процессов воспроизводства с эффективным использованием и восстановлением производительных сил и выгодностью экономических отношений должны направляться на интересы ныне живущих людей без ущерба будущим поколениям.

На новом качественном уровне осуществлять воспроизводство всех видов скота и получения полноценного животного белка, содержащегося в мясе и особенно в говядине, возможно на основе научно обоснованных решений и новых инструментов в государственном и хозяйственном управлении. Возобновление стад крупного рогатого скота разных пород, специализированных в молочном и мясном направлении, возможно при создании экономических условий для развития животноводства в соответствии с социальными и естественными законами.

Проблема сохранения самого человека как индивида зависит как от среды обитания, так и от полноценного питания, в котором белок животного происхождения имеет важное значение.

Говядина превосходит другие виды мяса по содержанию белка и отдельных витаминов, кислот важных для роста организма, а конъюгированная линолевая кислота (CLA) подавляет механизм образования подкожного жира, стимулирует иммунную систему, увеличивает мышечную массу, понижает уровень холестерина в крови, останавливает развитие сахарного диабета II типа, действует как антиканцерогенное и предупреждающее развитие сердечно-сосудистых заболеваний средство. Потребление говядины в России рекомендовано в размере 26 кг на человека или 33 % от общего объема потребления мяса и мясопродуктов, но данная норма не учитывается в расчётах потребительской корзины. Производство говядины отечественным скотоводством в расчёте на душу населения в 2016 году составило 10,9 кг, импорт – 4,3 кг, фактически потреблено 15,2 кг. Для сравнения: в 2005 году уровень потребления равнялся 17,8 кг на одного человека, из них 12,6 кг производилось внутри страны и 5,2 кг импортировалось. Наблюдается устойчивая тенденция уменьшения потребления говядины, которая становится малодоступным продуктом для большинства населения. Снижение покупательского спроса на говядину обусловлено снижением доходов населения. Уровень жизни сельского населения остается крайне низким, увеличивается разрыв между городом и селом по уровню доходов. Так, если в 2009 году среднедушевые ресурсы сельских домашних хозяйств достигали 61 % городского уровня, то в 2016 году они сократились на 8 процентных пунктов и составили 53 %. Низкий размер среднедушевых доходов сельских жителей не создаёт условия для развития социальной и культурной инфраструктуры в поселениях, вследствие чего происходит отток молодежи из сёл в города и старение населения в деревнях. В 2014 году был зафиксирован уровень безработицы – 7,7 % в сельской местности или 298 тыс. человек, из них 207 тыс. человек – мужчины [7, 8].

Для сохранения здоровья россиян государственная политика должна стимулировать производство говядины. С 1990 по 2016 год в России объёмы валового производства говядины снизились с 4,3 до 1,6 млн тонн, а поголовье крупного рогатого скота сократилось с 57,0 до 18,8 млн голов [9].

При сохранении объёмов потребления говядины на уровне 2016 года и согласно среднему варианту прогноза Федеральной службы государственной статистики по изменению численности населения Российской Федерации от 27.05.2016 года к 2020 году потребуется 2,3 млн тонн, и стоит задача сохранить такой объём производства до 2030 года.

Рыночный спрос на говядину может быть удовлетворён отечественным производством. Для достижения уровня потребления говядины в установленных нормах, решения социально-экономических проблем сельских территорий и обеспечения продовольственной безопасности страны необходимо увеличение потребительского спроса, который зависит от уровня доходов населения. Конкуренция и конкурентная среда на внутреннем потребительском рынке определяются уровнем доходности бизнеса. Если решать эти проблемы в единстве, то увеличение доходов сельского населения зависит от повышения уровня рентабельности сельскохозяйственного производства. Производители крупного рогатого скота без государственной поддержки несут убытки, хотя для производства 1 кг высококачественной говядины требуется в 3-4 раза меньше зерновых кормов, так как для выгула скота используются пастбища.

В отличие от других стран в России – 77 млн га естественных пастбищ и сенокосов, 12 млн га залежных земель, 25 % мировых запасов пресной воды, достаточно высокая доля – 27 % (37 млн чел.) сельского населения, что позволяет на долгосрочной основе развивать мясное скотоводство, особенно для нужд внутреннего рынка [10].

В настоящее время разведением крупного рогатого скота мясных пород занимаются в 66 субъектах Российской Федерации. Наибольшее поголовье мясного скота сосредоточено в Южном федеральном округе – 548 тыс. голов или 35 % от всего поголовья мясного скота в стране, в Сибирском – 308 тыс. голов или 20 % и в Приволжском – 289 тыс. голов или 18,5 %. В Центральном федеральном округе численность мясного скота достигла 182 тыс. голов. В ряде регионов Сибири и Урала внедряются крупные проекты по развитию мясного скотоводства. Наблюдаются положительные тенденции роста в Республиках Калмыкия и Республике Башкортостан, Оренбургской,

116 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

Челябинской, Ростовской областях, Ставропольском крае. Доля этих регионов в общем поголовье скота мясных пород в сельскохозяйственных организациях составляла 58 %. В развивающиеся регионы входят Алтайский, Забайкальский и Краснодарский края, Республика Татарстан. Содержание и выращивание скота осуществляется в основном в малых и средних хозяйствах. В 2010-2013 гг. в результате освоения инвестиционного проекта по производству высокопродуктивных мясных пород крупного рогатого скота в Брянской области поголовье составило в 2011г. 5,1 % от общего числа стада мясного крупного рогатого скота в сельскохозяйственных организациях РФ, а к началу 2014 года эта доля увеличилась до 22,6 % [9].

На конкурентных преимуществах мясного скотоводства негативно отражается отрицательная динамика прироста племенных продаж в мясном скотоводстве в некоторых регионах. Это ограничивает генетический потенциал качества воспроизводства и снижает конкурентоспособность отрасли, поголовье племенного скота калмыцкой породы снижается (с 59 до 43 %), абердин-ангусская порода выросла с 1 до 9 %. Однако положительно может отразиться на селекционно-племенной работе то, что массовый импорт племенного скота прекращён. В 2005 г. реализация крупного рогатого скота составляла 7,7 тыс. голов, в 2012-2013 гг. достигала 30 тыс. гол. [10].

Снижению конкурентоспособности мясного скотоводства способствует отсутствие и неразвитость инфраструктуры рынка живого скота, а административные барьеры сужают границы рынков и ограничивают поставку молодняка для откорма из регионов с развитым пастбищным животноводством в регионы, благоприятные для организации промышленного откорма. Создание конкурентоспособного мясного скотоводства требует новых решений, направленных на создание развитой инфраструктуры отрасли и организации производства говядины на основе кластерного подхода в управлении, а именно формирование кластеров с распределением регионов на две большие группы. В группе регионов со значительными площадями пастбищ развивать фермы «корова-телёнок», оказывая им государственную поддержку по росту маточного поголовья, и группе регионов, специализирующихся на откорме, осуществлять поддержку откорма. Это позволит создать новые рабочие места, ликвидировать теневой рынок, снизить техногенную нагрузку на территории [11].

Для успешного бизнеса в мясном скотоводстве необходимо создавать сбытовые кооперативы, откормочные площадки с принципами кооперирования. Производственные структуры мясного скотоводства, а именно ЛПХ и КФХ не имеют гарантированных каналов сбыта живого молодняка и вынуждены заниматься откормом. Это приводит к дополнительным затратам и сокращению доходов. КФХ, осуществляющие интенсивный откорм скота, не имеют долгосрочных договоров на поставку в перерабатывающие предприятия и вынуждены осуществлять забой животных с поставкой говядины на рынки близлежащих городов. Экономические потери от такого забоя (без сборов крови, других ценных с точки зрения биотехнологий продуктов) не учитываются и не включаются в расчёты. В большинстве ЛПХ наблюдается низкий уровень механизации и использование примитивных технологий выращивания скота. Применение ручного труда не способствует привлекательности бизнеса. Существуют сложности в выполнении ими требований к качеству производимой продукции. Территориальная удалённость производителей живого скота от мясоперерабатывающих предприятий, представляющих собой в настоящее время в основном крупные комплексы, обуславливает высокие затраты на транспортировку живого скота.

Поэтому считаем, что объективной необходимостью является принятие мер социально-экономического, правового и административно-управленческого характера, решающих ключевые проблемы развития мясного скотоводства России на принципах устойчивого развития. Расширенное воспроизводство поголовья и повышения продуктивности мясных пород скота, соблюдения экологических и природоохранных требований в технологии производства говядины обеспечит сырьевую базу для перерабатывающих предприятий. Следует стимулировать увеличение объёмов производства говядины в регионах страны, в которых мясное скотоводство является исконным и традиционным для населения, например, в Оренбургской области, Республике Калмыкии. Эти регионы имеют обширные площади пастбищ, сельское население имеет опыт разведения мясных пород крупного рогатого скота.

Создание экономических условий для развития современного мясного скотоводства на промышленной основе требует пересмотра комплекса мер государственной поддержки с учётом изменившейся структуры производства и опыта развитых стран. Развитие отечественного мясного скотоводства может осуществляться по модели разведения скотоводства в США и Канаде. Принципы североамериканского мясного скотоводства успешно применены в Евразийском экономическом союзе.

Производители скота, рынки и аукционы, фидлоты и мясоперерабатывающие предприятия США и Канады представляют единый комплекс, в котором реализуются экономические интересы всех участников. Количество ферм «корова-телёнок» в США, занимающихся разведением мясного скота, составляет около 1 млн, из числа которых более 60 % – фермы с поголовьем от 1 до 50 коров. Откорм скота в США и Канаде производится на нескольких тысячах фидлотов. Основная масса скота перерабатывается пятью корпорациями, в том числе в Канаде 92 % скота перерабатывают две компании. Удельное поголовье скота, откармливаемого на площадках Канады мощностью более 10 тысяч голов, составляет 68 %. Развитая инфраструктура отрасли обеспечивает ритмичную деятельность ферм «корова-телёнок», рынков и аукционов живого скота, откормочных площадок и мясоперерабатывающих заводов [11, 12].

Отечественное мясное скотоводство отличается от североамериканской модели отсутствием развитой инфраструктуры и формой конечного продукта ферм «корова-телёнок». Основным товаром, реализуемым североамериканскими фермами «корова-телёнок», является живой скот для откорма, поставляемый на откормочные площадки. В России продуктом большинства малых ферм является говядина с соответственно очень высокой себестоимостью.

В последние годы устойчивая динамика снижения поголовья крупного рогатого скота молочных пород, от которых получают более 80 % мяса на внутренний рынок и низкая динамика роста поголовья специализированного мясного скота приводит к росту цен на говядину на российском рынке и программирует тенденцию увеличения объёмов импорта к 2030 году.

Одним из конкурентных преимуществ мясного скотоводства является высокая степень использования земельных и водных ресурсов. Потребность в земельных ресурсах на выращивание и откорм 1 головы молодняка крупного рогатого скота составляет от 5 до 8 га и расходует 43 тысяч литров воды. Существующие риски загрязнения окружающей среды отходами крупных откормочных и перерабатывающих предприятий (от 1 гол. крупного рогатого скота получают до 5-6 тонн навоза) в современной экономике разрешимы. Для охраны среды необходимо внедрение инновационных технологий переработки продуктов жизнедеятельности животных в биотопливо и органические удобрения. Эти технологии при оптимальных затратах не только снижают риски, но и повышают почвенное плодородие. Охрану водных ресурсов при выращивании и откорме животных осуществляют внедрением автоматических поилок и исключением поения из открытых водоёмов.

В мясном скотоводстве экологические проблемы были исследованы только в той мере, которая требовалась для советской системы хозяйствования. Традиционные технологии производства не учитывают ущерб, наносимый окружающей среде. С позиций УР требуется пересмотр сущности технологий, всех её элементов, начиная от каждой технологической операции по разведению животных, заготовки кормов, процессов кормоприготовления, поения, содержания на глубокой подстилке животных и последующего навозоудаления. Соблюдение экологических требований, которые являются основополагающими принципами устойчивого развития, требует определения и установления научно-обоснованных критериев или индикаторов непосредственно для сельских территорий массового разведения скота. Для этого следует использовать существующие системы показателей качества ресурсов, определяемых экологическими надзорными органами в местах производства живого скота, организованных рынков и местах переработки продукции, проводить непрерывный мониторинг воды, воздуха и почвы.

118 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

Существует система индикаторов устойчивого развития, которая представлена Комиссией ООН в 1996 и последующих годах (132 индикатора, разделённые на 4 группы: социальные (41 индикатор), экономические (26), экологические (55) и организационные (10), впоследствии их количество было сокращено вдвое. В Великобритании на основе стратегии устойчивого развития «Лучшее качество жизни» выделено пятнадцать ключевых/базовых индикаторов. В США по основным критериям были отобраны 400 показателей и последующий отбор по дополнительным критериям сократил их число до 40 [13].

Для управления важна информация по устойчивому развитию и охране окружающей среды, поэтому необходимы базовые или ключевые индикаторы, для разработки которых могут быть привлечены научно-исследовательские учреждения.

Регулирование экономической и социальной активности хозяйствующих субъектов посредством экологических и иных естественных ограничений позволит оценить влияние развития биологических активов, их трансформацию на природные ресурсы, возобновляемость и сохраняемость среды обитания.

Для использования конкурентных преимуществ в целях устойчивого развития сельских территорий и повышения уровня жизни людей необходимо создавать условия для малого предпринимательства, специализирующегося на разведении мясных пород скота. Это решает важнейшие стратегические задачи государственной политики – обеспечение продовольственной безопасности, повышение уровня и качества жизни населения страны, конкурентоспособности российской экономики. Мясное скотоводство может обеспечить занятость и получение стабильных доходов сельским населением в отдалённых от урбанизированных центров территориях при полном использовании только внутренних резервов сельской местности. Малое предпринимательство в мясном скотоводстве не потребует больших затрат, если в промышленных масштабах будут средства автоматизации в виде роботов, беспилотных машин и оборудования, которые сможет на свои доходы приобрести семья, то создание отечественной сырьевой базы для мясоперерабатывающих предприятий является проблемой нескольких лет. В условиях цифровизации освоение глубокой безотходной технологии переработки скота и обеспечение сырьём биопромышленного производства – это увеличение добавленной стоимости продукции АПК.

Отраслевая программа «Развитие мясного скотоводства в России на 2009-2012 годы» и действующая подпрограмма «Развитие мясного скотоводства» государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы» в некоторой степени остановили сокращение поголовья крупного рогатого скота мясных пород. С 2008 по 2013 гг. в России наблюдалось увеличение объёмов производства говядины от мясного скотоводства в 3,4 раза, что составляет 14 % от совокупного производства. В 2009-2015 г. увеличилось поголовье племенного мясного скота до 570,3 тысяч голов. Построены современные мясоперерабатывающие предприятия, специализирующиеся на убойе и глубокой безотходной технологии переработки крупного рогатого скота. Это ещё раз подтверждает необходимость отечественной сырьевой базы, расширение которой посредством увеличения поголовья мясных пород скота в сельских территориях позволит создать рабочие места для сельских жителей.

Следует отметить, что необходимость сырьевой базы подтверждается тем, что в самом крупном производителе – агрохолдинге «Мираторг» на говядину приходится всего 9,2 % от объёма выпуска. В 2015 г. объём выпуска группы «Мираторг» составил 438,9 тысяч тонн мяса, в том числе 322,8 тысяч тонн свинины, 40,5 тысяч тонн говядины и 75,6 тысяч тонн мяса птицы. В планах холдинга – наращивание объёмов производства всех видов мяса, в том числе и говядины [14].

В Оренбургской области функционирует ООО «Оренбив», которое транспортирует крупный рогатый скот для переработки из разных регионов. Для удовлетворения спроса на внутреннем и выхода на внешние рынки говядины во всех сельскохозяйственных зонах области имеются воз-

возможности интенсивного выращивания крупного рогатого скота. Но отсутствие гарантий сбыта для производителей, низкие цены на живой скот, окончательные расчёты после убоя скота становятся препятствиями для увеличения поголовья в производственных структурах.

За период проведённых рыночных реформ с отменой контрактации между перерабатывающими организациями и производителями существует проблема сбыта животных. Отсутствие рынков-аукционов продажи живого скота ограничивает возможности производителей в планировании своей деятельности по воспроизводству стада, так как нет уверенности получения гарантированных доходов. Влияние на доходность производственных структур оказывает также диспаритет цен и давление высоких процентных ставок на кредиты. Решение проблем реализации мы видим в возможностях организации цифровых систем обслуживания рынков, которые могут быть сегментированы по породным, возрастным и иным качественным критериям. Производители крупного рогатого скота с сельских территорий будут иметь возможности предлагать выращенный скот с описанием всех его качественных и количественных характеристик на онлайн-рынки и онлайн-аукционы. Это вполне реальная перспектива в цифровой экономике, которая будет формироваться согласно Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации».

Выводы.

Устойчивое развитие – это мировое объективное цивилизационное направление, диктующее переход к новому качественному технологическому укладу, в котором решение экологических, социальных и экономических проблем в единстве становится нормой для производства всех благ.

Современное развитие основывается на цифровизации, создающей новые условия в обеспечении устойчивости всех сфер жизни общества, в частности сельского хозяйства. В производственных структурах мясного скотоводства требования новых парадигм к трансформационным процессам предполагают новый организационный, технологический и технический уровни, которые позволяют соответствовать мировым тенденциям в экономике и управлении роботизированными технологиями производства в животноводстве. Использование конкурентных преимуществ мясного скотоводства в малом предпринимательстве создаёт сырьевую базу для мясоперерабатывающих и биопромышленных производств, решает социальные проблемы сельских территорий, оказывает благоприятное влияние на увеличение потребительского спроса на говядину и конкурентную среду продовольственного рынка. Создание рабочих мест в сельских поселениях посредством эффективного развития мясного скотоводства в сельских территориях страны – это выполнение поставленных государственных стратегических задач по улучшению качества жизни населения.

В цифровой экономике России поставлена цель – лидерствовать за счёт преобразований традиционных отраслей производства, каковым и является мясное скотоводство. В ближайшие 15–20 лет переход к УР и цифровой экономике приведёт к тому, что сельские территории России станут привлекательными для проживания населения и перспективными для ведения успешного бизнеса.

Литература

1. Дусаева Е.М. Управление конкурентоспособностью продукции аграрного сектора. М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2010. 320 с.
2. Чаянов А.В. Краткий курс кооперации. М.: Центр. тов-во «Коопер. изд-во», 1925. 80 с.
3. Урсул А.Д. Переход России к устойчивому развитию. Ноосферная стратегия. М.: Издат. дом «Ноосфера». 1998. 500 с.
4. Поголовье скота и птицы [Электронный ресурс]. url: <http://cbsd.gks.ru/> (дата обращения: 13.06.2017).

120 Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

5. Стратегия устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 г. № 151-р [Электронный ресурс]. url: <http://base.garant.ru/70861426/#friends> (дата обращения: 13.06.2017).
6. Цифровая Россия: новая реальность. Июль 2017 г. [Электронный ресурс]. url: <http://www.tadviser.ru/images/c/c2/Digital-Russia-report.pdf> (дата обращения: 13.06.2017).
7. Среднедушевые денежные доходы по субъектам Российской Федерации [Электронный ресурс]. url: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 13.06.2017).
8. Рабочая сила, занятость и безработица в России. 2016 [Электронный ресурс]. url: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 13.06.2017).
9. Производство скота и птицы на убой в убойном весе [Электронный ресурс]. url: <http://cbsd.gks.ru/> (дата обращения: 13.06.2017).
10. Дунин И.М. Новые вызовы и реалии развития мясного скотоводства в Российской Федерации: докл. на VI Всерос. науч.-практ. конф. «Технологии мясного скотоводства // FARM ANIMALS. 2014. № 2. С. 58-67.
11. Мирошников С.А. Развитие мясного скотоводства России: инновационный или традиционный путь // Инновационное развитие АПК в России: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию ФГБНУ Всерос. НИИ мясного скотоводства / под общ. ред. д-ра эконом. наук, проф. Е.М. Дусаевой. Оренбург, 2015. С. 3-6.
12. Миниш Г., Фокс Д. Производство говядины в США: мясное скотоводство / пер. с англ. О.В. Мишихи; под ред. и с предисл. А.В. Черкаева. М.: Агропромиздат, 1986. 478 с.
13. Бобылев С.Н. Индикаторы устойчивого развития: региональное измерение: пособие по регион. экол. политике. М.: Агрополь, ЦЭПР, 2007. 60 с.
14. Рейтинг крупнейших производителей мяса // Агроинвестор по данным Росстата [Электронный ресурс]. url: <http://www.agroinvestor.ru/rating/article/28459/>

Дусаева Евгения Муслимовна, доктор экономических наук, профессор, ведущий 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.: 8-961-932-65-61, e-mail: gachok_muslim@mail.ru

Курманова Алия Хамитовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учёта, анализа и аудита ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Ленинская, д. 63, корпус 5 этаж 4, кабинет 403, тел.: 8-905-816-83-00, e-mail: aleka_k@mail.ru

Поступила в редакцию 21 мая 2018 года

UDC 636:631.1

Dusaeva Evgeniya Muslimovna¹, Kurmanova Aliya Khamitovna²

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

² FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: aleka_k@mail.ru

Advantages of beef cattle breeding in new development paradigms

Summary. The article describes competitive advantages of meat cattle breeding in the new paradigms of human development, the essence of sustainable development and digitalization were explored, provides the advantages of breeding meat breeds and prospects for development of beef cattle breeding as the basis for expanding the raw material base of processing enterprises and addressing socio-economic problems of rural areas.

Key words: beef cattle breeding, beef, sustainable development, digital economy, rural areas, competitive advantages.

УДК 636.085:636.083.37

Синтез и превращение энергетических соединений в преджелудках сухостойных коров при использовании в рационах различных уровней ненасыщенных жирных кислот

Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, И.С. Мирошников, Н.Н. Докина, Б.С. Нуржанов, В.И. Корнейченко
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В данной статье изучена эффективность применения в кормовом рационе различных уровней ненасыщенных жирных кислот для синтеза летучих жирных кислот и их количественного превращения в другие энергетические соединения в преджелудках сухостойных стельных коров, а также на энергетический обмен, рост и развитие животных.

Установлено, что при скармливании различных уровней ненасыщенных жирных кислот сухостойным стельным коровам мясных пород I и II опытных групп синтезируемое количество летучих жирных кислот увеличилось на 62-165 г (2,02-5,58 %) в сравнении с аналогами из контрольной и III опытной групп. Аналогичная закономерность наблюдалась и по энергетической ценности некоторых жирных кислот: у сухостойных стельных коров из I и II опытных групп она была выше на 1,14-3,03 МДж (2,02-5,54 %), в т. ч. по ацетату – на 0,5-1,31 (2,05-5,57 %), пропионату – на 0,26-0,71 (1,98-5,6 %), бутирату – на 0,28-0,74 (1,99-5,44 %) и по другим высшим жирным кислотам – на 0,1-0,27 МДж (2,0-5,58 %).

При использовании в рационах сухостойных стельных коров различных уровней ненасыщенных жирных кислот в контрольной группе 79,07 МДж (59,41 %) энергии поступает в результате преджелудочного пищеварения, в I и II опытных группах – выше на 1,59 МДж (2,01 %), а в III опытной – ниже на 2,65 МДж (2,35 %).

Наибольшая разница в живой массе отмечена у сухостойных стельных мясных коров II опытной группы, получавших ненасыщенные жирные кислоты на уровне 2,45 % от сухого вещества рациона. Они превосходили по данному показателю своих аналогов из других групп на 1,7-3,9 кг.

Ключевые слова: сухостойная корова, каргалинский тип, структура рациона, сухостойный период, летучие жирные кислоты (ЛЖК), ацетат, пропионат, бутират, живая масса, микробиальная масса, органическое вещество, энергия.

Введение.

Сухостойный период у коров мясных пород довольно большой – четыре месяца, но его значение для сохранения здоровья, воспроизводительных функций организма и продуктивности животных довольно значительно. В это время более интенсивно растёт плод и этому подчинена направленность обменных процессов в материнском организме. Именно в этот период в организме сухостойных коров происходят значительные изменения, вызванные подготовкой молочной железы к предстоящей лактации. В период сухостоя в организме мясных коров создаётся запас питательных веществ. С учётом этих факторов и должно осуществляться полноценное кормление сухостойных коров [1-4].

У сухостойных коров довольно интенсивно протекает процесс липогенеза, что приводит к повышению содержания жира в печени, лёгких, в жёлтом теле, лимфатических узлах, плаценте и молочной железе. В результате усиления синтетических процессов и замедления расщепления жира в организме накапливаются недоокислённые продукты обмена жира (оксимасляная, ацетатокислая, пропионовая кислоты, ацетон и другие). В животном организме жир используется как энергетический материал. Потребность в энергии животные на 30 % покрывают за счёт сырого жира. При сгорании один грамм жира выделяет 9,5 ккал, а углеводы – только 4,1 ккал. Жир входит как структурный материал в состав клеточной протоплазмы организма. Сырой жир представляет собой сложный эфир глицерина и других жирных кислот. Для животных большое значение имеет содержание в кормовых средствах ненасыщенных жирных кислот – линолевая, линоленовая, олеи-

новая и другие, которые жизненно необходимы для нормального процесса обмена веществ, роста и развития плода, поэтому они должны в обязательном порядке добавляться в рационы. Ненасыщенные жирные кислоты не синтезируются в животном организме и считаются незаменимыми, как и незаменимые аминокислоты протеина.

Сырой кормовой жир в оптимальных количествах (особенно ненасыщенные жирные кислоты) активизирует и нормализует обмен веществ в организме животных, обладает приятным запахом, придаёт корму хороший вкус, нормализует пищеварение и всасывание в кишечнике.

Синтез ЛЖК, АТФ и микробиальной массы (масса простейших, бактерий) зависит от типа и уровня кормления, физиологического состояния животных. Правильно выбранный тип, уровень кормления и балансирование рационов позволит более эффективно использовать корма и потенциал подопытных животных. В связи с этим изучение выхода летучих жирных кислот, их превращение в преджелудках сухостойных стельных коров, получавших в составе рациона различные уровни ненасыщенных жирных кислот, представляет большой научный и практический интерес.

Цель исследования.

Изучение синтеза летучих жирных кислот (ЛЖК) и их превращение в преджелудках сухостойных стельных коров мясных пород, получавших в рационах различные уровни ненасыщенных жирных кислот.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Модели сухостойных стельных мясных коров каргалинского типа (живая масса в начале опыта – 471,0-471,7 кг).

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. Научно-хозяйственный опыт проводился в СПК колхоз «Родина» Сакмарского района Оренбургской области. Для проведения экспериментальной части работы были отобраны 40 голов сухостойных стельных коров каргалинского типа, содержащихся в хозяйстве по технологии, принятой в мясном скотоводстве, распределённых по принципу пар-аналогов, из которых сформировали четыре группы, по десять голов в каждой.

При проведении подготовительного периода научно-хозяйственного опыта подопытные сухостойные стельные коровы всех сравниваемых групп получали примерно одинаковый основной рацион (ОР), включающий следующие корма: солома пшеничная – 3,5 кг, сено бобовое – 3,0, сено злаковое – 3,5, силос кукурузный – 9,0, концентраты – 1,5, патока кормовая – 0,75 кг, соль поваренная – 54 г, кормовой фосфат – 63 и минеральный премикс – 15 г. В таком рационе содержалось 12,62 кг сухого вещества, 7,74 корм. ед., 107,9 МДж обменной энергии, 1018 г крахмала, 1258 г сырого и 766 г переваримого протеина, 3368 г клетчатки, 639 г сахара, 298 г сырого жира, в т. ч. 152,8 г НЖК (линолевая, линоленовая, олеиновая) и 26,8 г насыщенных жирных кислот, 78,9 г кальция, 38,8 г фосфора, 22,0 г серы, 5,2 мг йода, 8,12 мг кобальта, 161 мг каротина, 618 мг витамина Е, 67,0 тыс. МЕ витамина А и 7,4 тыс. МЕ витамина Д. В основной период опыта различие по группам заключалось в том, что сухостойные стельные коровы контрольной группы продолжали получать основной рацион подготовительного периода с уровнем ненасыщенных кислот 1,2 %, I опытной группы получали 2,0 %, II опытной – 2,45 и III опытной – соответственно 2,9 % от сухого вещества рациона.

Рубцовое содержимое брали при помощи пищеводного зонда по общепринятой методике [5].

В каждой отдельной группе животных ежемесячно определялась живая масса сухостойных коров путём их взвешивания на весах.

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

Пищеводный зонд для взятия рубцового содержимого с кордовой оплёткой длиной около двух метров и внутренним диаметром шланга 20 мм (Россия).

Анализ образцов был проведён в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Статистическая обработка. Статистический анализ полученных данных проводился с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Статистическое сравнение результатов проводилось с использованием критерия Стьюдента. Параметр $P < 0,05$ принимался как предел достоверности.

Результаты исследований.

Задаваемый основной рацион животных опытных групп включал следующие корма: для I группы – сено злаковое 3,10 кг, сено бобовое 3,0 кг, солома пшеничная 3,30 кг, силос кукурузный 8,5 кг, зерносмесь 1,0 кг, жмых подсолнечный 0,35 кг, фуз подсолнечный 0,2 кг; для II группы – сено злаковое 2,85 кг, сено бобовое 3,0 кг, солома пшеничная 3,15 кг, силос кукурузный 8,1 кг, зерносмесь 0,91 кг, жмых подсолнечный 0,45 кг, фуз подсолнечный 0,3 кг; для III группы – сено злаковое 2,65 кг, сено бобовое 3,0 кг, солома пшеничная 3,10 кг, силос кукурузный 7,8 кг, зерносмесь 0,82 кг, жмых подсолнечный 0,50 кг, фуз подсолнечный 0,4 кг.

Рационы кормления сухостойных стельных опытных коров, получавших различных уровень ненасыщенных жирных кислот с использованными кормами, содержали различное количество грубых, сочных, концентрированных кормов и подсолнечного фуза, но также несколько меньше от таковых контрольных животных (табл. 1).

Из представленных данных следует, что включение различных уровней ненасыщенных жирных кислот в рационы сухостойных стельных мясных коров оказало некоторое влияние на потребление ими сочных и грубых кормов. Полученные данные в представленной таблице свидетельствуют, что сухостойные стельные коровы контрольной группы потребили 81,04 % (80,65-81,72 % с колебаниями в течение научно-хозяйственного опыта) злакового сена, 84,4 (83,3-85,5 %) – бобового, 78,3 (78,0-78,5 %) – пшеничной соломы, 86,1 % (86,1-86,2 %) – силоса кукурузного при полной поедаемости свекловичной патоки и концентратов. В I опытной группе – соответственно эти показатели равняются: силоса 84,6 % (84,6-84,7 %); 90,3 % (90,1-90,5 %); 81,9 % (81,9-82,0 %); 89,3 % (89,1-89,4 %); во II – 87,6 % (87,4-87,9 %); 92,15 % (92,0-92,30 %); 83,8 % (83,5-84,0 %) и 91,3 % (91,0-91,5 %); в III опытной – 86,6 % (86,5-86,6 %); 91,3 % (91,2-91,4 %); 82,45 % (82,4-82,5 %) и 90,2 % (90,1-90,3 %).

У сухостойных коров, в рационе которых уровень ненасыщенных жирных кислот составлял 2,6 % от сухого вещества, было наиболее высоким потребление грубых и сочных кормов. Так, сухостойные коровы II группы потребили злакового сена больше на 1,09-3,0 %, бобового – на 0,85-1,84 %, соломы пшеничной – на 1,36-1,88 % и силоса кукурузного – на 1,05-1,98 % в сравнении с аналогами из I и III групп и соответственно на 6,6; 7,7; 5,6 и 5,1 % в сравнении с контрольной группой. Сухостойные стельные коровы, получившие 3,06 % ненасыщенных жирных кислот от сухого вещества рациона, имели лучшие показатели по потреблению соломы пшеничной на 0,52-4,19 %; сена злакобобового – 1,9-5,5 % и кукурузного силоса – на 0,9-4,1 % соответственно.

Потребность в основных питательных веществах, таких как сухое вещество и кормовые единицы маточного поголовья мясного скота сухостойного периода, зависит в первую очередь от возраста и живой массы. Значение которых на 100 кг живой массы находится в пределах 2,3 кг по кормовым единицам и 2,5 кг сухого вещества [6-10].

В научно-хозяйственном опыте поступление сухого вещества в рационе сухостойных стельных коров на 100 кг живой массы равнялось у контрольных животных в среднем за опыт 2,5 кг (2,5-2,6 кг по периодам опыта), из I опытной – 2,35 кг (2,3-2,4 кг), из II опытной – 2,4 кг (2,3-2,4 кг) и III опыт-

ной – 2,3 кг (2,3-2,35 кг), кормовых единиц соответственно – 1,6 (1,55-1,6); 1,55 (1,55-1,6); 1,6 (1,55-1,6) и 1,56 (1,55-1,6). Потребность подопытных стельных сухостойных коров в обменной энергии в расчёте на 100 кг живой массы у контрольных коров составляет 21,86 МДж (21,6-22,1 МДж), из I опытной – 21,1 МДж (20,8-21,4 МДж), из II опытной – 20,8 МДж (20,45-21,0 МДж) и в III опытной – 20,5 МДж (20,3-20,8 МДж).

Таблица 1. Рационы сухостойных стельных коров при разном уровне ненасыщенных жирных кислот (по поедаемости)

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Сено злаковое, кг	2,84	2,62	2,50	2,29
Сено бобовое, кг	2,53	2,71	2,76	2,74
Солома пшеничная, кг	2,74	2,70	2,64	2,52
Силос, кг	7,75	7,54	7,39	7,04
Зерносмесь, кг	1,50	1,00	0,91	0,82
Жмых подсолнечный, кг	-	0,35	0,45	0,50
Кормовая патока, кг	0,75	0,75	0,75	0,75
Фуз подсолнечный, кг	-	0,2	0,3	0,4
Соль, г	54	54	54	54
Фосфат, г	63	35	25	20
Премикс, г	15	15	14	13
В рационе содержится:				
корм. ед., кг	6,79	7,03	7,18	7,16
сухого вещества, кг	10,68	10,63	10,58	10,25
обменной энергии, МДж	93,05	93,82	94,44	95,60
протеина сырого, г	1085	1083	1210	1193
переваримого, г	669	748	773	767
клетчатки, г	2922	2913	2870	2745
сахаров, г	608	612	615	610
крахмала, г	966	738	694	640
жира, г	262,0	409,4	478,4	536,3
В том числе:				
линолевая, г	56,11	132,71	169,6	204,40
линоленовая, г	96,93	97,14	27,14	26,42
олеиновая, г	44,12	64,02	73,88	82,51
ненасыщенные, г	197,16	293,87	270,63	313,33
насыщенные, г	22,74	38,32	45,75	52,33
кальция, г	66,2	71,0	72,4	71,7
фосфора, г	35,5	38,1	39,1	40,2
серы, г	19,1	19,9	20,9	20,5
йода, мг	4,68	5,0	4,89	4,91
кобальта, мг	5,34	5,46	5,46	5,45
меди, мг	74	77	77	77
цинка, мг	350	363	367	365
марганца, мг	470	491	502	500
железа, мг	897	962	948	928
каротина, мг	135,5	134,2	132,1	126,2
витамина Е, тыс. МЕ	532	514	506	483
витамина А, тыс. МЕ	67,0	72,0	75,0	77,5
витамина D, тыс. МЕ	7,08	7,20	7,24	7,22

При концентрации в сухом веществе рациона стельных мясных коров переваримого протеина в контрольной и трёх опытных группах соответственно 6,1 %; 7,0; 7,0 %, в средних величинах по группам приходилось на 1 корм. ед. 98 г, 106 г, 108 г и 107 г, а в расчёте на 1 МДж ОЭ – 7,2 г, 8,0 г, 8,2 г и 8,0 г.

По содержанию крахмала в сухом веществе рациона сухостойные коровы из контроля превосходили своих аналогов из I, II и III опытных групп животных на 1,41 %, 1,86 и 2,19 %, или с повышением уровня ненасыщенных жирных кислот в рационе содержание его уменьшилось. Содержание сахара в рационах всех групп было примерно одинаковым (5,1-5,6 %).

При проведении научно-хозяйственного опыта содержание сырого жира составляло в рационах сухостойных стельных коров контрольной группы 2,4 % от сухого вещества, в I опытной – 3,7 %, во II – 4,2 % и в III 4,8 %. Более высокое содержание сырого жира в опытных группах зависело от введения в их рацион подсолнечного фуза с концентратами. По современным нормам кормления мясного скота [6-13] для сухостойных стельных коров мясных пород в сухом веществе рациона должно содержаться на уровне 2,2-2,3 % сырого жира.

Проведённые исследования показали, что содержание обменной энергии в рационах положительно коррелирует с содержанием ненасыщенных жирных кислот в рационе и составило 8,8-9,0 МДж/кг сухого вещества в опытных группах при 8,6 МДж контрольного варианта животных.

В нашем опыте концентрация обменной энергии была также несколько выше в опытных группах, получавших в рационах более высокий уровень ненасыщенных жирных кислот (8,8-9,0 МДж/кг сухого вещества), в контрольной группе этот показатель равнялся 8,6 МДж.

Уровень ненасыщенных жирных кислот в рационах сухостойных стельных коров на уровне 2,0-2,9 % от сухого вещества повышает поедаемость грубых и сочных кормов, что увеличивает поступление питательных веществ в их организм, минеральных веществ и энергетической части рациона, при этом наиболее эффективным был уровень ненасыщенных жирных кислот в рационе – 2,45 %.

На основании балансового опыта, проведённого на сухостойных стельных мясных коровах, а также исследовании рубцового содержимого установлены фактическая поедаемость кормов, переваримость, усвоение основных питательных веществ кормовых рационов подопытными животными, а также рассчитан синтез и количественное превращение некоторых энергетических соединений в их преджелудках при скормливании различных уровней ненасыщенных жирных кислот (табл. 2).

Таблица 2. Изменение показателей переваримости основных питательных веществ рационов коров в их преджелудках

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Сухое вещество, кг (переваренное)	7,08	7,26	7,38	6,84
Органическое вещество (ОВ), кг	6,87	7,00	7,02	6,65
Коэффициент переваримости ОВ, %	67,52±0,85	69,10±0,90*	70,15±0,81*	69,07±0,87*
Всего принято переваримой энергии, МДж	133,08±0,71	139,03±0,74*	140,41±0,78*	137,31±0,81*
в т. ч. за счёт преджелудочного пищеварения	79,07	80,59	80,66	76,42

Примечание: * – P<0,05

Из представленных табличных данных следует, что у сухостойных стельных коров I и II опытных групп поступление органического вещества было выше на 150-350 г (2,18-5,26 %) в сравнении с животными из контрольной и III опытной групп. При этом животные контрольной группы превосходили аналогов из III опытной группы по поступлению органического вещества на 225 г (3,38 %).

Установленное в результате исследований количество переваренной энергии сухого вещества рациона в пищеварительном тракте показало, что поступление в организм переваримой энергии у коров контрольной группы составляло 133,08 МДж, у аналогов из I, II опытных групп – соответственно 139,03 МДж; 140,41 и III – 137,31 МДж.

Определено, что при скармливании кормовых рационов стельным сухостойным коровам согласно обозначенной схеме опыта в контрольную группу поступает за счёт преджелудочного пищеварения 79,07 МДж или 59,41 % энергии, в I, II и III опытные группы коров соответственно – 80,59 МДж (57,97 %); 80,66 МДж (57,45 %) и 76,42 МДж (55,66 %). В результате этого показатели I и II опытных групп животных были выше контрольной и III опытной на 1,59-4,24 МДж (2,01-5,55 %).

В нашем эксперименте в рубце стельных сухостойных мясных коров каргалинского типа в зависимости от уровня ненасыщенных жирных кислот в рационе ЛЖК синтезировалось 44,7 моль в контроле, в I, II и III опытных группах соответственно 45,5; 45,6 и 43,2 моля (табл. 3).

Таблица 3. Количество ЛЖК и микробиальной массы в рубце сухостойных коров, получавших разные уровни ненасыщенных жирных кислот в рационе

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Количество ЛЖК, моль	44,7	45,5	45,6	43,2
в т. ч. ацетата	27,76	28,26	28,32	26,83
пропионата	8,54	8,69	8,71	8,25
бутирата	6,39	6,51	6,52	6,18
высших жирных кислот (ВЖК)	2,01	2,04	2,05	1,94
Количество ЛЖК, г	3062	3117	3124	2959
в т. ч. ацетата	1666	1695,5	1699,2	1609,8
пропионата	633	644,0	645,4	611,3
бутирата	562	572,5	573,8	543,8
ВЖК	202,4	205,1	205,6	194,1
Энергетическая ценность ЛЖК, МДж	56,54	57,55	57,68	54,65
в т. ч. ацетата	24,34	24,79	24,84	23,53
пропионата	13,13	13,36	13,39	12,68
бутирата	14,06	14,31	14,34	13,60
ВЖК	5,01	5,10	5,11	4,84
Микробиальная масса в рубце, кг	1,788	1,820	1,824	1,728
Энергетическая ценность микробиальной массы, МДж	22,53	22,93	22,98	21,77

Установлено, что в преджелудках подопытных животных маточного поголовья мясного скота каргалинского типа в контрольной группе образовалось 3062 г летучих жирных кислот, из них 1666 г (54,41 %) – уксусной, 633 г (20,67 %) – пропионата, 562 г (18,35 %) – масляной и 202,4 г (6,57 %) – высших жирных кислот; в I – 3117; 1695,5 г (54,39 %); 644,0 г (20,61 %); 572, г (18,33 %); 205,1 г (6,57 %); II – 3124; 1699,2 г (54,39 %); 645,4 г (20,66 %); 573,8 г (18,37 %); 205,6 г (6,58 %) и III опытной группе – 2959; 1609,8 г (54,40 %); 611,3 г (20,66 %); 543,8 г (18,38 %); 194,1 г (6,56 %) соответственно.

При скармливании различных уровней ненасыщенных жирных кислот сухостойным стельным коровам I и II опытных групп синтезируемое количество летучих жирных кислот увеличилось на 55-165 г (1,79-5,58 %) в сравнении с их аналогами из контрольной и III опытной групп. Аналогичная закономерность наблюдалась и по энергетической ценности изучаемых жирных кислот: у

сухостойных коров I и II опытных групп она превышала показатели аналогов из других групп 1,01-3,03 МДж (1,78-5,54 %), в том числе по ацетату – на 0,45-1,31 (1,85-5,57 %), пропионату – 0,23-0,71 (1,75-5,6 %), бутирату – на 0,25-0,74 (1,78-5,44 %) и высшим жирным кислот – на 0,09-0,27 (1,80-5,58 %).

Также нами установлено, что в рубце сухостойных стельных мясных коров контрольной группы синтезируется 1,79 кг микробиальной массы с содержанием 22,53 МДж, I и II опытных групп – 1,82 кг и 22,93 МДж и III опытной – 1,73 кг и 21,77 МДж переваримой энергии.

Такое положительное превращение энергетических соединений в преджелудках опытных сухостойных стельных коров при введении в рационы различных уровней ненасыщенных жирных кислот в какой-то мере оказали положительное влияние на их рост и развитие.

Если в начале научно-хозяйственного опыта вес мясных коров каргалинского типа сухостойного периода в сравниваемых группах был приблизительно одинаковым и составлял в конце подготовительного времени 476,8-477,7 кг, то в дальнейшем появились различия, зависящие от уровня ненасыщенных жирных кислот в рационе.

Так, живая масса при глубокой стельности коров (7-8 мес.) I, II и III опытных групп была выше по сравнению с контролем на 1,0 кг, 2,2 кг и 0,7 кг соответственно.

У сухостойных опытных коров при 8-9-месячной стельности, получавших испытываемые рационы с различным содержанием ненасыщенных жирных кислот, живая масса по сравнению с контролем была выше в I, II и III группах соответственно на 2,2 кг, 3,9 и 1,8 кг. В заключительный период опыта вес контрольной группы составил 498,9 кг, живая масса трёх опытных групп равнялась 501,1 кг; 502,8 и 500,7 кг.

Если в подготовительный период (в 6-7 месяцев стельности) сухостойные коровы всех сравниваемых групп имели приблизительно равный абсолютный прирост – 5,8-6,0 кг, то в дальнейшем прирост живой массы сухостойных коров, получавших жировую добавку в рационе, несколько различался. Лучшие результаты имели мясные глубоко стельные коровы из II опытной группы, которые превосходили по абсолютному приросту I опытную – на 2,4 кг (10,92 %), III – на 2,1 (9,59 %) и контрольную группу – на 3,3 (15,14 %; $P < 0,05$) кг.

Данные исследования свидетельствуют, что среднесуточные приросты сухостойных коров в сравниваемых группах были удовлетворительными. В частности, у сухостойных стельных коров среднесуточные приросты в 7-9 месяцев стельности составляли в контрольном варианте 360-367 г, в I, II и III опытных – 401-405 г, 417-420 г и 398-405 г соответственно.

Полученные данные по живой массе и среднесуточным приростам сухостойных стельных коров говорят об удовлетворительных условиях кормления и содержания.

При этом дополнительное введение жировой добавки в виде фуза с целью оптимизации уровня ненасыщенных жирных кислот позволило повысить продуктивность сухостойных стельных коров. Так, приросты опытных животных I, II и III групп по сравнению с контролем были выше на 11,0 %, 15,15 и на 9,7 % соответственно.

В сравниваемых группах упитанность сухостойных коров за время проведения опыта была средней и соответствовала динамике живой массе, животные обладали за время проведения опыта средней упитанностью. При введении в рационы различных уровней ненасыщенных жирных кислот стельные сухостойные коровы на протяжении всего периода опыта имели среднюю упитанность.

Обсуждение полученных результатов.

У мясных коров довольно длительный сухостойный период – четыре месяца и более, но его влияние для повышения воспроизводительных функций, нормального развития плода и улучшения продуктивности, здоровья довольно большое. В этот период при нормальном сбалансированном кормлении сухостойных коров наблюдается интенсивное развитие плода в организме матери, происходят некоторые изменения по подготовке молочной железы к предстоящему подсосу, образуется запас питательных веществ. Полноценное, сбалансированное кормление сухостойных коров должно учитывать эти факторы [14, 15].

Рационы сухостойных коров наряду с сырым протеином должны сбалансироваться углеводами, минеральными веществами, витаминами и сырым жиром. Исследования последних лет свидетельствуют, что для сухостойных мясных коров большое значение имеет и сбалансирование рационов по ненасыщенным жирным кислотам – олеиновая, линолевая, линоленовая и другие. Они являются жизненно необходимыми для обмена веществ и развития плода, поэтому они должны поступать в организм коров с кормами в достаточном количестве. Олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты в организме не синтезируются, как и незаменимые аминокислоты. Схожие данные были получены в исследованиях зарубежных и российских учёных [16, 17].

При скармлировании в составе кормовых рационов сухостойных мясных коров различных уровней НЖК (2,1-2,6 % от сухого вещества) повышается количество синтезируемых летучих жирных кислот на 62,0-165 г (2,1-5,6 %), улучшается их превращение в преджелудках опытных коров, что приводит к повышению их приростов на 9,7-15,15 %.

Выводы.

Таким образом, при введении в рационы различных уровней ненасыщенных жирных кислот повышается количество синтезируемых летучих жирных кислот (ЛЖК), улучшается их превращение в преджелудках опытных групп, что приводит к увеличению приростов сухостойных стельных коров на 9,7-15,15 %.

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

Литература

1. Павленко Г.В., Галиев Б.Х., Левахин Ю.И. Эффективность производства говядины в условиях Южного Урала при использовании силосов с консервантами в рационах бычков. Оренбург, 2008. 83 с.
2. Морфологические и биохимические показатели крови бычков в зависимости от уровня ненасыщенных жирных кислот в рационах / А.Н. Шубин, Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3(31). С. 145-147.
3. Обмен энергии в организме бычков в зависимости от уровня ненасыщенных жирных кислот в рационе / Н.М. Ширнина, А.Н. Шубин, Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 91-94.
4. Эффективность использования комбикормов различного состава в рационах молодняка крупного рогатого скота / В.И. Левахин, Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова и др. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. С. 42-44.
5. Изучение пищеварения у жвачных: метод. указания / Н.В. Курилов, Н.А. Севастьянова, В.Н. Коршунов и др. Боровск, 1979. 140 с.
6. Попов И.С. Кормление сельскохозяйственных животных. М.: Сельхозиздат, 1957. 520 с.
7. Дмитроченко А.П. Кормление сельскохозяйственных животных. Л.: Колос, 1964. 231 с.
8. Галиев Б.Х. Мясная продуктивность при силосно-сенажном типе кормления с учётом детализированных норм кормления. М.: Агропромиздат, 1990. 29 с.
9. Цюпко В.В. Физиологические основы питания. Киев: Урожай, 1990. 29 с.
10. Алиев А.А. Методы биохимического анализа: справ. пособие. Боровск: Изд-во ВНИИФБиП, 1997. 356 с.
11. Галиев Б.Х. Разработка научных и практических основ оптимизации типов кормления различных половозрастных групп мясного скота в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Оренбург, 1998. 49 с.
12. 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.

13. Новое в кормлении животных: справ. пособие / В.И. Фисинин и др. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 617 с.
14. Beitz D.C., Davis C.L. Relationship of certain milk fatdepressing diets to changes in the proportions of the volatile fatty acids produced in the rumen // Journal of Dairy Science. 1964. V. 47. P. 1213-1216.
15. Andrews R.J., Lewis O. The utilization of dietary fats by ruminants. II. The effect of fatty acid chain length and unsaturation on digestibility // Journal of Agricultural Science. 1970. V. 75. P. 55-60.
16. Гречушкин А.И. Эффективность производства продукции скотоводства при использовании фуза-отстоя, приготовленного по различным технологиям: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 101 с.
17. Maczulak A.E., Dehority B.A., Palmquist D.L. Effects of long-chain fatty acids on growth of rumen bacteria // Applied and Environmental Microbiology. 1981. V. 42. P. 856-862.

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

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

Докина Нина Николаевна, 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

Корнейченко Вера Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий 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: vniims.or@mail.ru

Поступила в редакцию 25 мая 2018 года

UDC 636.085:636.083.37

Galiyev Bulat Khabuleevich, Shirnina Nadezhda Mikhailovna, Miroshnikov Ivan Sergeevich, Dokina Nina Nikolaevna, Nurzhanov Baer Serekpaevich, Korneichenko Vera Ivanovna
FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: vniims.or@mail.ru

Synthesis and transformation of energy compounds in the dry cows' forestomach when using different levels of unsaturated fatty acids in rations

Summary. In this article, the effectiveness of different levels of unsaturated fatty acids in the ration for synthesis of volatile fatty acids and their quantitative conversion to other energy compounds in dry cows' forestomach is studied, as well as energy metabolism, growth and development of animals.

It was established that when different levels of unsaturated fatty acids were fed to meat breeds dry cows of I and II test groups, the amount of synthesized volatile fatty acids increased by 62-165 g (2.02-5.58 %) in comparison with the analogues from the control and III test groups. An analogous regularity was also observed in the energy value of some fatty acids: dry springer cows from test groups I and II has a higher value by 1.14-3.03 MJ (2.02-5.54 %), including acetate – by 0.5-1.31 (2.05-5.57 %), propionate – by 0.26-0.71 (1.98-5.6 %), butyrate – by 0.28-0.74 (1.99-5.44 %) and for other higher fatty acids – by 0.1-0.27 MJ (2.0-5.58 %).

When using different levels of unsaturated fatty acids in the ration of springer dry cows the 79.07 MJ (59.41 %) of energy comes as a result of pre-gastric digestion in the control group, and it was higher by 1.59 MJ (2.01 %) in the I and II test groups and in the III test group – lower by 2.65 MJ (2.35 %).

The greatest difference in live weight was noted in springer dry meat cows of the II test group who received unsaturated fatty acids at the level of 2.45 % of the dry matter of the ration. They outstripped their analogues from other groups by 1.7-3.9 kg.

Key words: dry cow, Kargalinsky type, ration structure, dry period, volatile fatty acids (VFA), acetate, propionate, butyrate, live weight, microbial weight, organic, energy.

УДК 636.085:577.17:591.11

Морфобioхимические показатели крови бычков, содержащихся на рационах с включением комплекса высокодисперсных металлов

**М.Я. Курилкина¹, Т.Н. Холодилина^{1,2}, Д.М. Муслимова¹, О.А. Завьялов¹, Н.В. Гарипова¹,
А.М. Макаева¹**

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

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования по изучению морфологического и биохимического составов крови бычков при частичной замене концентрированной части рационов экструдированной кормовой добавкой с комплексом высокодисперсных металлов. Для проведения исследований были подобраны 9 бычков казахской белоголовой породы в возрасте 13 месяцев, из них по принципу аналогов образованы три группы – одна контрольная и две опытных, по 3 головы в каждой. Различие в кормлении заключалось в том, что опытным группам взамен 30 % концентрированной части рациона вносились: I опытной – экструдированную кормосмесь в составе отруби пшеничные, II опытной – экструдированную кормосмесь в составе: 79,9 % пшеничные отруби, 20 % высокодисперсный кальций, 0,1 % высокодисперсные частицы металлов (0,1 г Zn, 2 г Fe, 0,1 г Cu на 1 кг экструдата).

Установлено, что скормливание опытным бычкам в составе рациона экструдированных кормовых добавок способствует улучшению гематологических показателей, причём наилучшие показатели были получены у молодняка II опытной группы.

Так, произошло увеличение гемоглобина на 4-8,1 %, эритроцитов – 3,1-4,0 %, общего белка – 2-4,8 %, альбуминов – 4,5-5,6 %. Наибольшим положительным эффектом в отношении всех изученных параметров обладает экструдат с комплексом высокодисперсных металлов, его целесообразность применения в рационе бычков абсолютно обоснована.

Ключевые слова: бычки, казахская белоголовая порода, гематологические показатели, кровь, высокодисперсные металлы, отруби пшеничные, экструдат.

Введение.

Среди веществ, играющих важную роль в питании животных, значительное место занимают микроэлементы, необходимые для роста и размножения. Они влияют на функции кроветворения, эндокринных желез, защитные реакции организма, микрофлору пищеварительного тракта, регулируют обмен веществ, участвуют в биосинтезе белка, проницаемости клеточных мембран и т. д. [1, 2].

Основной источник микроэлементов для животных – корма. Однако минеральный состав последних зависит от множества факторов, в связи с чем нередко наблюдается недостаток одних и избыток других элементов, что приводит к возникновению заболеваний, снижению продуктивности, ухудшению качества продукции и эффективности использования корма. Чтобы не допустить этого, используют различные соединения, однако их биологическая доступность неодинакова. Кроме того, технологические свойства солей микроэлементов существенно влияют на качество премиксов и комбикормов [3].

На сегодняшний день развитие современных технологий сопровождается всё более широким производством и расширением сфер применения высокодисперсных металлов, которые благодаря своим уникальным свойствам находят всё более широкое применение как стимуляторы роста [4], своеобразный корректор микробиоценозов пищеварительного тракта животных, стимуляторов обмена веществ и т. д. Препараты высокодисперсных частиц металлов-микроэлементов рассматриваются как перспективные источники минеральных веществ в кормлении в качестве источников микроэлементов для животных [5-10]. Многими учёными проводились исследования биологиче-

ских свойств микро- и наночастиц различных металлов, которые дали возможность создать способы выращивания цыплят-бройлеров при включении в состав их рационов данных комплексов. Применение данных комплексов способствует повышению продуктивности птицы, а также снижению затрат корма на единицу прироста их живой массы [11-18].

Кровь, имея определённую стабильность, всё же является изменчивой структурой, тем самым отражая окислительно-восстановительные, обменные преобразования в организме. Тем не менее непостоянство составляющих элементов крови сельскохозяйственных животных колеблется в чётких рамках, которые называются физиологической нормой для конкретного организма [19]. Морфобиохимическая структура крови молодняка меняется под влиянием многообразных факторов, в том числе полноценности их питания. В связи с этим оценка морфобиохимических показателей крови бычков при введении в состав рациона экструдированной добавки с высокодисперсным комплексом эссенциальных металлов представляет определённый интерес.

Цель исследования.

Определить эффективность применения высокодисперсных комплексов металлов в составе экструдата в рационах молодняка казахской белоголовой породы и их влияние на морфобиохимические показатели крови.

Материал и методы исследования

Объект исследования. Бычки казахской белоголовой породы в возрасте 13 мес.

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 проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет») на 30 бычках, разделённых на контрольную и две опытные группы (n=10) (табл. 1).

Таблица 1. Схема физиологического опыта

Группа	Кол-во животных, гол.	Характеристика кормления
Контрольная	10	Основной рацион (ОР)
I опытная	10	ОР+экструдат из пшеничных отрубей
II опытная	10	ОР+экструдат из пшеничных отрубей и высокодисперсных частиц Ca, Zn, Fe, Cu

Содержание и основной рацион кормления молодняка всех исследуемых групп были схожими. Отличие состояло в том, что животные контрольной группы в течение всего эксперимента содержались на основном рационе: сено злаковое, силос кукурузный, комбикорм. В состав комбикорма входил ячмень дроблёный, отруби пшеничные, пшеница, жмых подсолнечный, а в I и II опытных группах отруби заменяли экструдатом. Экструдат I опытной группы состоял из пшеничных отрубей, II опытной содержал 79,8% пшеничных отрубей и 20% высокодисперсного кальция и высокодисперсных порошков металлов (Zn, Fe, Cu).

В исследованиях использовались высокодисперсные порошки кальция (кальцийсодержащий препарат) (частицы менее 10 мкм); Cu, Zn, Fe, произведённые Alfa Aesar GmbH & Co KG, размер частиц – 9-10 мкм, чистота – 99,7 % (ЕЕС № 231-096-4).

Оборудование и технические средства. Кровь брали в вакуумные пробирки с добавлением 10-процентного раствора трилона Б. Исследования крови проводили в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). Барогидротермическую обработку кормосмеси осуществляли на одношнековый пресс-экструдер ПШ – 30/1, производительностью 45 кг/ч, частотой вращения шнека $n=160$ об./мин. В процессе экструдирования создаётся давление 10 мПа и температура $+70...+120$ °С при влажности готовой смеси 30 %.

Статистическая обработка. Статистический анализ проводили, используя SPSS 19.0 программного обеспечения («IBM Corporation», США) и пакет программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

В связи с тем, что характер изменения обменных процессов в организме животных отражается на состоянии крови, определение составных её компонентов приобретает определённое значение.

Сравнительные данные морфологических показателей крови подопытных животных при применении опытных добавок в рационах показаны на рисунке 1.

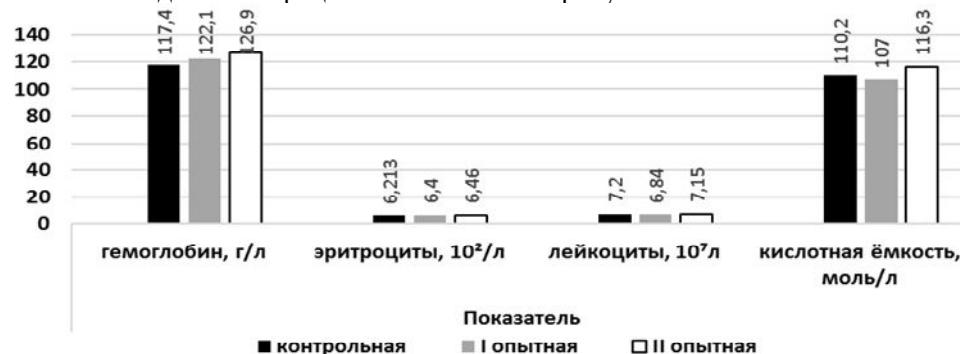


Рис. 1 – Морфологический состав и кислотная ёмкость крови

Полученные данные свидетельствуют, что состав крови подопытных животных соответствовал физиологической норме при недостоверной разнице.

Однако следует отметить некоторые гематологические различия в показателях между бычками сравниваемых групп. Установлено, что при введении в рацион экструдата с высокодисперсными металлами зафиксировано увеличение гемоглобина на 3,9-8,1 % относительно I опытной и контрольной групп. Содержание эритроцитов в крови молодняка II опытной группы также имело превосходство на 0,9-4,0 %.

Анализ содержания общего белка в сыворотке крови подопытных бычков даёт нам представление об уровне и интенсивности обмена азота в организме, а следовательно, и о характере развития самого животного (рис. 2).

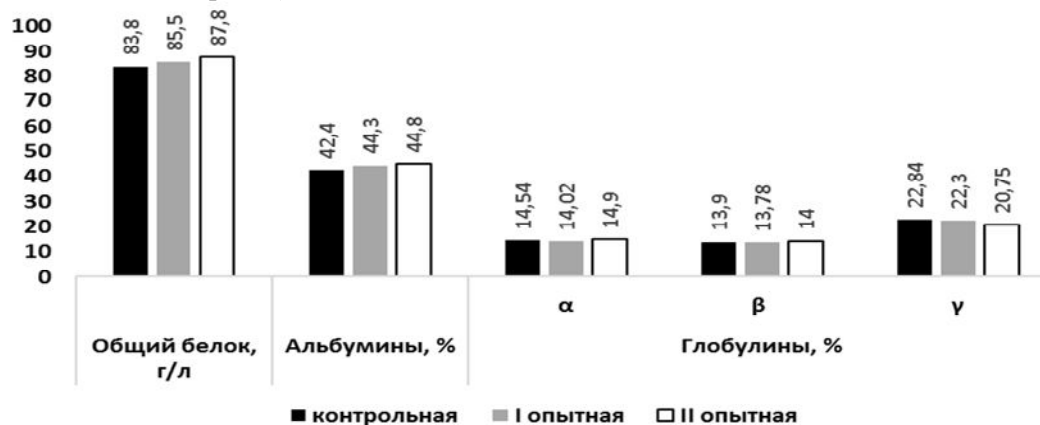


Рис. 2 – Белковый состав сыворотки крови подопытного молодняка ($\bar{X} \pm S_x$)

Содержание альбумина также было выше во II опытной группе относительно контроля и I опытной на 5,6 и 1,1 %. Также установлено, что содержание общего белка в сыворотке крови молодняка II опытной группы было выше, чем у сверстников из контрольной и I опытной групп на 4,8 и 2,7 %.

Обсуждение полученных результатов.

Физиологическое состояние животного выражается в наибольшей степени биохимическим составом крови. Кровь обладает условно неизменным составом и в тоже время представляет собой подвижную систему, которая воздействует на обменные процессы, протекающие в организме животных.

Принимая участие в метаболических процессах, кровь даёт возможность отследить особенности влияния внешней среды на организм путём исследования её морфологических и биохимических показателей. По составу крови можно говорить о физиологическом состоянии животных, их продуктивных характеристиках, и реакции организма на кормление и содержание животного [20].

Известно, что содержание большинства форменных элементов имеют прямую корреляционную связь с продуктивностью животных [21]. Данная зависимость была установлена и в нашем эксперименте.

На процессы кроветворения экструдированные препараты оказали положительный эффект, позволили улучшить общее физиологическое состояние животных, повысили содержание гемоглобина на 4-8 %, общего белка, альбуминов – 2-4,8 %, 1,9-2,4 %, что необходимо для нормального развития и повышения защитных свойств организма [22, 23]. При сравнении по данным показателям опытных групп между собой было установлено некоторое превосходство животных II группы, получавших в составе рациона экструдат с высокодисперсным комплексом, на 3,9 %, 0,5 % и 2,7 %.

Использование экструдированного корма, состоящего из пшеничных отрубей и высокодисперсного комплекса эссенциальных металлов для частичной замены концентрированной части рациона опытных бычков, позволило увеличить отдельные показатели крови, которые характеризуют обменные процессы в организме животных.

Выводы.

Таким образом, исходя из результатов гематологических исследований, можно сделать вывод, что уровень жизненно важных процессов были выше во II опытной группе, которая получала в составе рациона экструдированный компонент с комплексом высокодисперсных порошков металлов.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0030)

Литература

1. Клейменов Н.И., Магомедов М.Ш., Венедиктов А.М. Минеральное питание скота на комплексах и фермах. М.: Россельхозиздат, 1986. 24 с.
2. 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. T. 31. № 4. P. 2327-2336.
3. 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.
4. Influence of in ovo injection and subsequent provision of silver nanoparticles on growth performance, microbial profile, and immune status of broiler chickens / L. Pineda, E. Sawosz, C. Lauridsen et al. // Open Access Animal Physiology. 2012. № 4. P. 1-8.
5. Влияние сульфата и наночастиц железа на особенности обмена химических элементов в мышечной ткани / Е.А. Сизова, С.В. Лебедев, О.Ю. Сипайлова, Д.В. Нестеров // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2014. Т. 217. С. 251-255.
6. Ле Вьет Фьонг. Использование высокодисперсных порошков железа, меди, марганца, цинка в премиксах цыплят-бройлеров: дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2006. С. 37-45.

7. Холодидина Т.Н., Мирошников С.А. Исследование процессов создания и испытание новых препаратов эссенциальных элементов на основе микро- и макрочастиц металлов // Ориентированные фундаментальные исследования и их реализация в агропромышленном комплексе России: материалы Всерос. науч. конф. М.: ООО «Полиграф», 2010. С. 193-196.

8. Курилкина М.Я., Холодидина Т.Н. Эффективность использования микропорошков в составе экструдата при кормлении цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 4. С. 169-171.

9. Яушева Е.В., Мирошников С.А., Кван О.В. Оценка влияния наночастиц металлов на морфологические показатели периферической крови животных // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 12(161). С. 203-207.

10. The Reference Intervals of Hair Trace Element Content in Hereford Cows and Heifers (*Bos taurus*) / S.A. Miroshnikov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, V.V. Kalashnikov, A.R. Grabeklis, A.A. Tinkov, A.V. Skalny // Biological Trace Element Research. 2017. V. 180. Issue 1. P. 56-62.

11. Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Киякова, А.М. Мирошников, А.В. Кудашева // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 10(146). С. 138-142.

12. Экспериментальные данные по мясной продуктивности и качеству мяса убойного скота в разных зонах Оренбургской области / А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, В.Л. Королёв, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 65-69.

13. Разработка метода выявления элементозов крупного рогатого скота / С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 73-78.

14. Питательность и продуктивное действие отрубей, модифицированных в присутствии микрочастиц железа / Н.В. Гарипова, С.А. Мирошников, Т.Н. Холодидина и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 10(146). С. 117-121.

15. 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(108). С. 124-127.

16. Воздействие высокодисперсных частиц металлов на переваримость питательных веществ и обмен энергии в организме молодняка крупного рогатого скота / М.Я. Курилкина, Т.Н. Холодидина, Д.М. Муслимова, К.Н. Атландерова, О.А. Завьялов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 197-203.

17. Особенности использования питательных веществ рационов бычками казахской белой породы разных сезонов рождения / О.А. Завьялов, А.В. Харламов, В.А. Харламов, А.М. Мирошников, А.Н. Фролов, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3(86). С. 90-94.

18. 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.

19. 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.

20. Sabourin V., Ayande A. Commercial opportunities and market demand for nanotechnologies in agribusiness sector // Journal of Technology Management & Innovation. 2015. № 10(1). P. 40-51.

21. Bhupinder Singh Sekhon. Nanotechnology in agri-food production: an overview // Nanotechnology, Science and Application. 2014. № 7. P. 31-53.

22. Influence of Cu10x copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, А.В. Skalny, N.N. Glushchenko // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. T. 25. № 1. P. 84-89.

23. 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. T. 31. № 4. P. 2327-2336.

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

Макаева Айна Маратовна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 4 июня 2018 года

UDC 636.085:577.17:591.11

Kurilkina Marina Yakovlevna¹, Kholodilina Tatyana Nikolaevna^{1,2}, Muslyumova Dina Marselyevna¹, Zavyalov Oleg Aleksandrovich¹, Garipova Natalia Viktorovna¹, Makaeva Aina Maratovna¹

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

Morphobiochemical indicators of blood of bulls, kept on diets with inclusion of a complex of highly disperse metals

Summary. The article presents the results of an experimental study on morphological and biochemical composition of blood of bulls with a partial replacement of the concentrated part of diets with an extruded feed additive with a complex of highly dispersed metals. To conduct the research, 9 bulls of Kazakh white-headed breed were selected at the age of 13 months, then three groups were formed according to the principle of analogs – one control and two test, 3 heads in each. The difference in feeding consisted in the fact that instead of 30 % of the concentrated diet experimental groups was fed with: I group – extruded feed mix with wheat bran, II – extruded feed mix: 79.9 % wheat bran, 20 % finely divided calcium, 0.1 % highly dispersed metal particles (0.1 g of Zn, 2 g of Fe, 0.1 g of Cu per 1 kg of extrudate).

It was found that feeding of experimental bulls with extruded feed additives as part of diet promoted improvement of hematologic parameters, and the best indices were obtained in young cattle of group II.

Thus, hemoglobin increased by 4-8.1%, erythrocytes – 3.1-4.0 %, total protein – 2-4.8 %, albumins – 4.5-5.6 %. The greatest positive effect with respect to all parameters studied is the extrudate with a complex of highly disperse metals, its use in the diet of bulls is absolutely justified.

Key words: bulls, Kazakh white-headed breed, haematological parameters, blood, highly dispersed metals, wheat bran, extrudate.

УДК 636:085:577.17:391.11

Влияние жиросодержащей добавки Палматрикс на гематологические показатели и неспецифический иммунитет подопытных бычков

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

Аннотация. В представленной статье даны результаты проведённых исследований по влиянию жиросодержащей добавки Палматрикс в составе рационов на морфологические и биохимические показатели крови, а также содержание в ней микроэлементов и определения естественной резистентности откармливаемых бычков. Актуальность данного исследования заключается в том, что использование новой жиросодержащей добавки в составе рационов позволяет более эффективно использовать питательные вещества и энергию используемых кормовых средств, тем самым повысить продуктивность животных.

Для проведения эксперимента по принципу аналогов были подобраны 4 группы животных: контрольная и 3 опытных. Бычки контрольной группы содержались на основном рационе, молодняк I, II и III опытных групп в составе рационов – испытуемую добавку в количестве соответственно 300, 400 и 500 г на голову в сутки. На основании проведённых исследований было установлено, что скармливание жиросодержащей добавки в дозе 400 г на 1 голову способствует улучшению гематологических показателей и иммунологического статуса крови. Так, молодняк II опытной группы, получавший вышеприведённую дозу препарата, превосходил сверстников сравниваемых групп в конце опыта по содержанию эритроцитов на 5,5-1,6 %, гемоглобина – на 3,2-0,9 %, общего белка – на 4,9-1,2 %, альбуминов – на 6,4-1,0 %, глобулинов – на 11,7-5,0 %, общего азота – на 10,9-5,4 %, содержанию минеральных веществ, в частности кобальту, меди, цинка, марганца, железа. Показатели естественной резистентности животных находились на высоком уровне и мало чем отличались между сравниваемыми группами.

Ключевые слова: бычки, жиросодержащая добавка, кровь, Палматрикс, резистентность, обмен.

Введение.

Кровь является важнейшей жизненной средой для всех тканей, клеток и органов животных. Она снабжает клетки и ткани жизненно важными питательными веществами и переносит от них продукты обмена веществ к органам выделения, выполняет защитную, гуморальную и терморегуляторную роль [1-3].

Состав крови, обладая постоянством, представляет собой лабильную систему, отражая метаболические и окислительно-восстановительные процессы в организме. Однако изменчивость гематологических показателей сельскохозяйственных животных находится в определённых физиологических границах, которые являются нормой для организма [4-6].

Учитывая важнейшие свойства крови, нами были изучены её морфологические и биохимические показатели в зависимости влияния различных доз испытуемой жиросодержащей добавки Палматрикс.

Цель исследования.

Изучение влияния жиросодержащей добавки Палматрикс различных доз в составе рационов на морфологические и биохимические показатели крови, а также содержание в ней микроэлементов и определения естественной резистентности.

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 40 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 10 голов в каждой. 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 жиродержащую добавку Палматрикс в количестве 300 г, II соответственно – 400 г и III – 500 г на голову сутки. С целью проведения исследований крови на морфологические и биохимические показатели были взяты её образцы у трёх животных из каждой группы в начале и конце опыта в возрасте 12 и 15 месяцев.

Оборудование и технические средства. Кровь брали в вакуумные пробирки с добавлением 10-процентного раствора трилон Б. Исследования крови проводили в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

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.

Основные морфобиохимические показатели крови у молодняка всех групп в начале эксперимента были примерно одинаковые, что указывает на методически правильный подбор животных (рис. 1).

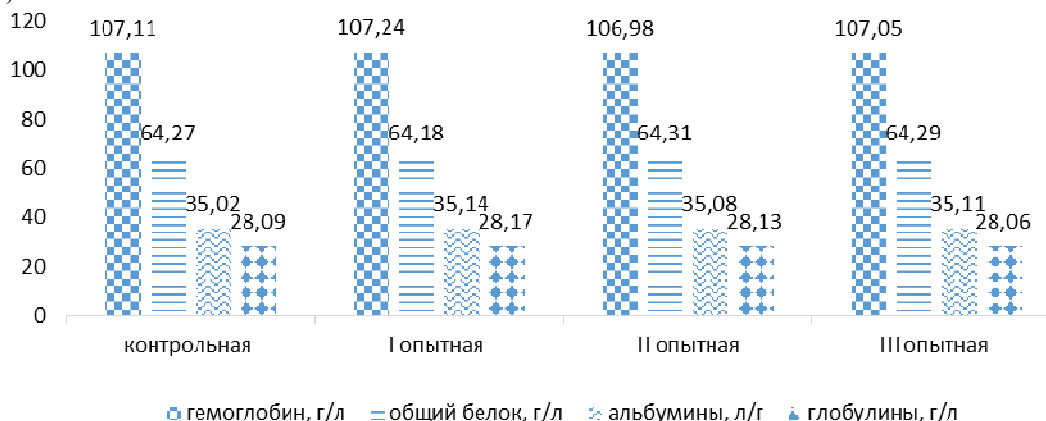


Рис. 1. – Гематологические показатели в начале опыта

В ходе эксперимента выявлено, что количество эритроцитов у молодняка I, II и III подопытных групп оказалось повышенным в сопоставлении с контролем на 1,6; 5,5 и 3,8 % ($P < 0,05$), а обогатённость крови гемоглобином – на 0,6; 3,2 и 2,2 % ($P < 0,01$) соответственно. Различия по ранее отмеченным показателям между молодняком I и II подопытных групп оказались незначительными (табл. 1).

Таблица 1. Морфобиохимические показатели крови у молодняка в конце эксперимента

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	7,69±0,31	7,81±0,27	8,11±0,21	7,98±0,34
Лейкоциты $10^9/л$	6,51±0,18	6,57±0,16	6,53±0,19	6,59±0,23
Гемоглобин, г/л	132,18±0,69	133,07±0,83	136,42±0,71	135,11±0,67
Общий белок, г/л	75,41±0,32	77,29±0,27	79,15±0,19	78,21±0,24
Альбумины, г/л	35,93±0,29	36,83±0,33	38,21±0,21	37,84±0,26
Глобулины, г/л	36,02±0,38	37,62±0,41	40,25±0,36	38,32±0,43
α	12,14±0,51	12,81±0,48	13,97±0,62	13,08±0,49
β	11,63±0,73	11,94±0,64	12,51±0,59	12,13±0,72
γ	12,25±0,53	12,87±0,67	13,77±0,49	13,11±0,59
Азот, ммоль/л				
общий	2031,54±4,31	2094,12±4,15	2253,24±5,12	2137,32±4,07
остаточный	25,87±0,46	26,52±0,38	28,13±0,36	27,44±0,45
аминный	5,96±0,31	6,47±0,43	7,54±0,28	6,92±0,36
АСТ, ммоль ч/л	1,58±0,06	1,61±0,08	1,88±0,05	1,75±0,07
АЛТ, ммоль ч/л	0,61±0,03	0,68±0,05	0,79±0,04	0,72±0,06
Кислотная ёмкость, ммоль/л	109,12±5,17	109,84±4,69	112,06±4,55	110,83±5,08
Са, ммоль/л	2,25±0,08	2,34±0,12	2,41±0,09	2,38±0,13
Р, ммоль/л	1,82±0,12	1,87±0,07	1,93±0,11	1,89±0,08
Витамин А, ммоль/л	2,03±0,09	2,11±0,14	2,47±0,08	2,30±0,12

Повышенное содержание в крови данных элементов скорее всего послужило подспорьем для более интенсивного течения окислительно-восстановительных преобразований в теле молодняка подопытных групп и высокому их росту. Содержание лейкоцитов в крови животных опытных групп находилось в рамках физиологической постоянной. Об умении животных преобразовывать протеин кормов в белки тела можно судить по количеству общего белка в сыворотке крови. Так, наиболее большая концентрация общего белка в сыворотке крови обнаружилась у животных II группы, получавших вместе с основным набором кормов 400 г Палматрикса. Они превосходили аналогов из контроля соответственно на 4,9; 2,4 и 1,2 % ($P<0,01$). Причём увеличение концентрации общего белка шло за счёт почти равномерного повышения как альбуминов, так и глобулинов. В ходе работы установлено, что большее количество альбуминов находилось в сыворотке крови бычков I, II и III групп, по данному показателю аналоги из контроля проигрывали им соответственно на 2,5; 6,3 и 5,3 % ($P<0,01$). По количеству глобулинов в сыворотке молодняк из контроля уступал бычкам из I, II и III опытных групп соответственно на 4,4; 11,7 и 6,4 % ($P<0,05$). Повышенное количество глобулинов в сыворотке молодняка подопытных групп указывает на их лучшую иммунобиологическую активность. Глобулины в свою очередь делятся на три группы: α; β и γ-глобулины. Обычно с α- и β-глобулинами связывают продуктивные свойства, а с γ-глобулинами – защитные свойства организма. В проведённом нами эксперименте бычки, получавшие в составе рациона Палматрикс, доминировали над аналогами из контрольной группы по количеству α-глобулинов на 5,5; 15,1 и 7,7 % ($P<0,01$) и γ-глобулинов – на 5,1; 12,4 и 7,0 % ($P<0,01$).

Наряду с изучением морфологических и биохимических показателей крови у подопытных бычков нами были проведены исследования по содержанию в крови наиболее важных микроэлементов, входящих в состав кормовых средств и используемого премикса (табл. 2).

Из представленных данных видно, что в крови бычков II опытной группы содержание микроэлементов превосходило сверстников из контрольной, I и III групп по содержанию кобальта на 10,4; 6,7 и 2,1 %, меди – на 5,3; 1,7 и 1,1 %, цинка – на 6,4; 2,7 и 0,5 %, марганца – на 19,1; 5,7 и 3,7 %, железа – на 13,9; 9,3 и 5,4 % соответственно.

Таблица 2. Содержание микроэлементов в крови подопытных бычков, мкг/%

Группа	Элемент				
	кобальт	медь	цинк	марганец	железо
Контрольная	8,6	295,7	487,9	4,7	35,9
I опытная	8,9	306,2	506,4	5,3	37,4
II опытная	9,5	311,4	519,2	5,6	40,9
III опытная	9,3	308,1	516,7	5,4	38,8

По результатам исследования мы установили, что адаптационная приспособленность животных всех групп была на достаточно высоком уровне, а бактерицидные свойства сыворотки крови обусловлены не только антителами, но и содержанием таких неспецифических иммунных белков, как бета-лизины и лизоцим (табл. 3).

Таблица 3. Показатели естественной резистентности у откармливаемых бычков

Показатель	Группа			
	контрольная	I опытная	II опытная	III опытная
Бактериальная активность (БАКСК), %	72,05±0,61	71,89±0,51	70,84±0,38	71,37±0,62
Бета-лизины, %	12,61±0,48	12,47±0,39	13,42±0,57	12,39±0,44
Лизоцим, мкг/мл	3,34±0,59	3,15±0,43	3,06±0,41	3,21±0,52

По содержанию бета-лизина некоторое преимущество имели животные II опытной группы на 6,4; 7,6 и 8,3 % ($P<0,05$), а вот по показателю бактерицидной активности и лизоциму незначительно уступали аналогам из контрольной, I и III опытных групп, однако эти отличия были не достоверны. Это говорит о том, что в отличие от гематологических показателей, показатели естественного иммунитета являются преимущественно породным признаком [7-8].

Обсуждение полученных результатов.

Использование «защищённых» форм жиров в качестве кормовой добавки в рационах бычков позволяет предотвратить ферментацию жиров в рубце. При этом расщепление липидов происходит в кишечнике животных, что благотворно влияет на продуктивность мясного скота [9]. Необходимо отметить, что содержание большинства форменных элементов имеют прямую корреляционную связь с продуктивностью животных [10-11].

Аналогичная закономерность была обнаружена и в нашем опыте. За период эксперимента наиболее высокие приросты живой массы были получены у животных II опытной группы, получавших в составе рациона 400 г испытуемой добавки на голову, которые составили 907 г в сутки, что выше, чем у бычков сравнимых групп на 96,23 г. Более высокий уровень общего белка в сыворотке крови обнаружен у бычков I, II и III опытных групп, получавших с основным набором кормов Палматрикс. Они превосходили аналогов из контроля соответственно на 2,5; 4,9 и 3,7 % ($P<0,05$). Сравнивая между собой опытные группы по данному показателю, было установлено некоторое преимущество животных II группы, получавших в составе рациона жиросодержащую добавку Палматрикс в количестве 400 г на голову. По содержанию бета-лизина некоторое преимущество над аналогами из контроля I и III опытной группы имели животные II опытной группы соответственно на 6,4; 7,6 и 8,3 % ($P<0,05$). Как известно, гуморальные факторы неспецифической резистентности принадлежат к числу соединений с сильным мембранотропным действием. В силу этого им, как правило, присущи антимикробные свойства [12-13].

Выводы.

Полученные данные по влиянию жиросодержащей добавки Палматрикс на гематологические показатели и неспецифический иммунитет подопытных бычков характеризуют то, что они отвечали уровню продуктивности животных и колебались в рамках физиологической нормы, а все отклонения его состава были спровоцированы напряжением физиологических функций в организме животных в связи с их ростом, развитием и влиянием внешней среды. Так, бычки II опытной группы имели преимущество над сверстниками контрольной, I и III. Таким образом, оптимальное количество жиросодержащей добавки Палматрикс на голову составило 400 г.

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

Литература

1. Малахов А.Г., Вишняков С.И. Биохимия сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1984. 336 с.
2. Джуламанов Е.Б., Левахин Ю.И. Морфологический и биохимические показатели крови разных типов откармливаемых бычков герефордской породы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 128-130.
3. Бузаева Н.М., Степанов И.А., Павлова М.Ю. Влияние способа балансирования рациона по легкоусвояемым углеводам на гематологические показатели бычков мясного направления продуктивности // Вестник мясного скотоводства. 2008. Вып. 61. Т. I. С. 45-48.
4. 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.
5. 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.
6. Нуржанов Б.С., Жаймышева С.С., Комарова Н.К. Обмен минеральных веществ в организме бычков при скормливании пробиотического препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 155-157.
7. Косилов В.И., Мироненко С.И., Жукова О.А. Гематологические показатели тёлочек различных генотипов на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(1). С. 150-158.
8. Кузник Б.И. Иммуногенез, гемостаз и неспецифическая резистентность организма. М.: Медицина, 1989. 320 с.
9. 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.
10. 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.
11. Заикина Е.В., Герасимов Н.П. Особенности морфологического и биохимического состава крови бычков разных эколого-генетических групп // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 33. № 1-1. С. 238-240.
12. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П. Динамика гематологических показателей тёлочек герефордской породы разных типов телосложения по периодам года // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 74-79.
13. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Моос Ю.Э. Показатели естественной резистентности тёлочек герефордской породы различных эколого-генетических групп // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 79-81.

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

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, тел.: 8-9225-56-61-47, e-mail: deb5690@mail.ru

Рязанов Виталий Александрович, младший 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

Макаева Айна Маратовна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 21 мая 2018 года

UDC 636:085:577.17:391.11

Levakhin Yury Ivanovich, Nurzhanov Baer Serekpaevich, Dzhulamanov Erzhan Brelevich,

Ryazanov Vitaly Aleksandrovich, Makaeva Aina Maratovna

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

Influence of fat-containing Palmatrix supplement on hematological indices and nonspecific immunity of experimental bulls

Summary. In the presented article the results of the conducted studies on the effect of the fat-containing Palmatrix supplement on morphological and biochemical parameters of blood in diets, the content of trace elements in it and the determination of natural resistance of fattening bulls are given in the presented article. The relevance of this study is the fact that the use of a new fat-containing supplement in the diet allows more efficient use of nutrients and energy of feeds used and increase of productivity of animals.

To conduct the experiment according to analogues principle, four groups of animals were selected: a control group and three experimental ones. Bulls of the control group were kept on the basic diet, young animals of I, II and III experimental groups were fed with diets containing test additive in the amount of 300, 400 and 500 g per head per day. Based on the studies conducted, it was found that feeding with fat-containing supplement in a dose of 400 g per 1 head contributes to the improvement of hematological parameters and the immunological status of blood. Thus, young animals of II experimental group receiving the above mentioned dose of preparation exceeded the animals of the same age of the compared groups at the end of the experiment by 5.5-1.6 % in erythrocyte content, hemoglobin – by 3.2-0.9 %, total protein – by 4.9-1.2 %, albumins – by 6.4-1.0 %, globulins – by 11.7-5.0 %, total nitrogen – by 10.9-5.4 %, mineral content, in particular cobalt, copper, zinc, manganese, iron. Indicators of natural resistance of animals were at a high level, and differed little from the compared groups.

Key words: bulls, fat-containing additive, blood, Palmatrix, resistance, exchange.

УДК 636.082.25

**Продуктивные и качественные показатели говядины подсосного молодняка
в зависимости от содержания непредельных жирных кислот в рационе коров**

*Н.М. Ширнина¹, Б.Х. Галиев¹, А.В. Харламов¹, И.А. Рахимжанова², Х.Б. Дусаева³, Б.С. Нуржанов¹,
М.М. Поберухин¹*

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

² ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

³ ФГБОУ «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. Проведённые исследования на маточном поголовье мясного скота позволили выявить положительное влияние дополнительного обогащения их рациона полиненасыщенными жирными кислотами путём введения растительной жировой добавки (фуз) на продуктивность и качественные показатели говядины телят, находящихся на подсосе.

Так, молодняк, полученный от опытного варианта лактирующих коров, в рационе которых непредельные жирные кислоты составляли 2,45 % от сухого вещества, имел живую массу перед убоем 224,0 кг, что в сравнении с контрольным выше на 14,0 кг (6,67 %). Парные туши телят, полученные от опытных матерей, оказались тяжелее на 8,3 кг (7,5 %), чем от контрольных животных.

Отношение съедобных к несъедобным частям туши было в контрольном варианте 3,4, опытном – 3,6, разница в пользу опытных животных составила 5,9 %. Выход мякоти в расчёте на 100 кг живой массы перед убоем также был выше на 0,6 кг (1,5 %) в опытном варианте.

Вследствие более высокого роста мышечной ткани туш у подсосных телят, полученных от коров опытного варианта, содержание белка и межмышечного жира в сравнении с контролем превосходило на 1,5 кг (9,3 %) и 0,2 кг (2,6 %) соответственно.

Белковый качественный показатель (БКП) телят опытного варианта коров был выше на 4,83 % по сравнению с базовым вариантом.

Съедобная часть туши группы животных контрольного варианта весила меньше на 9,09 кг (7,78 %) по сравнению с опытными.

Последние в сравнении с аналогами из контрольного варианта откладывали больше белка на 1,40 кг (6,70 %), жира – на 0,92 кг (9,87 %).

При этом отложение энергии было выше в опытном варианте на 69,42 МДж (8,04 %), а выход белка и жира на 1 кг живой массы имел почти одинаковые показатели, с небольшим преимуществом (3,38 %) по жиру.

Ключевые слова: коровы, телята, кормление бычков, рацион, жировая добавка, непредельные жирные кислоты, мясная продуктивность, морфологические и химические показатели мяса, конверсия.

Введение.

Одним из главных факторов, определяющих формирование мясной продуктивности животных, является кормление. Для успешного ведения мясного скотоводства большое внимание должно отводиться кормовой базе, специфика организации которой заключается в рациональном использовании кормовых средств, запасаемых на время стойлового периода маточному поголовью, обильном и полноценном кормлении молодняка с рождения до реализации. В мясном скотоводстве на мясную продуктивность телят влияют продуктивные и качественные показатели молока матерей, с которыми связана интенсивность роста новорождённых телят.

Прирост массы телят в подсосный период является важнейшей задачей ведения мясного скотоводства, требующей не только целесообразных затрат на корма, но и научно обоснованного подхода питания, отбора и разведения коров со значительной молочной продуктивностью и определёнными качественными характеристиками молока.

Известно, что животное в молодом возрасте развивается наиболее интенсивно и при хорошем кормлении имеет высокие приросты живой массы, ценные по качественным показателям части тела (поясничная, задняя и другие).

Если сравнивать молочную и мясную породы, то у молочной первоначально интенсивнее растёт скелет, затем мышечная, далее жировая ткани. У животных мясных пород скота, которые выращиваются по технологии «корова-телёнок», эти три этапа как бы объединены изначально, что предполагает более компактный скелет, объёмную мускулатуру с жировыми прослойками, придающими «мраморность» мясу. Следственно, породная особенность, возраст, полноценность кормления и технология содержания предопределяют качественные и количественные характеристики мясной продукции крупного рогатого скота [1].

Употребление различных биологически активных добавок в составе рациона крупного рогатого скота благоприятно влияет на обменные процессы организма животного, интенсивность роста, лучшее использование корма на единицу продукции [2-6].

Учитывая большое значение липидного питания, мы должны отметить, что особая роль должна отводиться качественным характеристикам жира, это касается непредельных жирных кислот – линолевой, линоленовой и арахидоновой, так как они не синтезируются в организме животного и должны поступать с кормом рациона [7, 8].

Установлено, что введение в состав рациона бычков, выращиваемых на мясо, жировой добавки в виде фуза с целью дополнительного обогащения рациона непредельными жирными кислотами (НЖК) позволило повысить продуктивные и качественные показатели говядины [9-14].

Разработка и применение новых решений в направлении повышения питательной ценности кормов, в частности по содержанию непредельных жирных кислот в рационе, маточному поголовью мясного скота приводит к вероятности увеличения объёма производства говядины и улучшения качественных её характеристик.

Цель исследования.

Определить влияние рационов с различным содержанием непредельных жирных кислот коров-матерей на мясную продуктивность и качественные её показатели у 8-месячных бычков, находившихся на подсосе.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Подсосные бычки 8-месячного возраста после отбивки от матерей.

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. Исследования выполнены на основе базового эксперимента, проведённого в СПК «Родина» Сакмарского района Оренбургской области в 2016 г., на коровах каргалинского типа. Животные были разделены на 4 группы (контрольная и 3 опытные), в каждой по 3 головы. В течение 2 месяцев сухостойного и 8 месяцев лактирующего периодов в структуру рациона опытных коров включали жировую добавку в виде фуза подсолнечного у лактирующих коров в I половине периода – 5,24-10,52 % и II – 5,63-11,60 %, который регулировал заданный уровень непредельных жирных кислот согласно схеме опыта. У контрольных коров – 1,2 %, сухостойных I, II, III – 2,0; 2,5; 2,9 % и лактирующих коров – 1,2; 1,9; 2,3; 2,7 % соответственно по группам.

Фуз – это распространённая добавка, полученная в результате отстоя растительного масла (с количеством от 60 до 70 % масла), фильтр-прессования (от 40 до 50 %) и очистки водой (от 25 до 30 %). В состав жиров входят 20 % насыщенных (стеариновая – 5-6 %, пальмитиновая – 10-12 %) и 80 % – ненасыщенных жирных кислот (олеиновая – 26-28 %, линолевая – 48-50 %).

Химический состав используемых кормов в эксперименте проводился по общепринятым методам зоотехнического анализа.

Для сравнительного изучения данных продуктивности и качества говядины подсосного молодняка после отбивки по влиянию испытуемого фактора кормления (содержание НЖК) в рационах их матерей нами был проведён контрольный убой 6 животных в возрасте 8 месяцев. Согласно методики ВНИИМС [15] определялись следующие показатели: масса парной туши, кг; выход туши, %; масса внутреннего жира сырка, кг; выход жира, %; убойная масса, кг; убойный выход, %.

Оборудование и технические средства. Анализ проводился 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 13496.15-93; сырой клетчатки – ГОСТ 12396.2-9; сырой золы – ГОСТ 26226-95; кальция – ГОСТ 26570-95; фосфора – ГОСТ 26657-97.

Качественные показатели мяса-фарша, длиннейшей мышцы спины, внутреннего жира определялись: влага – ГОСТ 9793-2016; массовая доля общей золы – ГОСТ 31727-2017; жира – ГОСТ 23042-2015; белка – ГОСТ 25011-81.

Статистическая обработка. Проводилась с помощью метода вариационной статистики [16], для оценки статистической значимости разницы между группами использовали параметрический критерий Стьюдента с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistika 9.0» («Stat Soft Ins», США).

Результаты исследований.

На развитие мясной продуктивности молодняка крупного рогатого скота и качество от него говядины максимальное воздействие оказывают такие факторы, как порода, пол, возраст, уровень и тип кормления, технология содержания.

Данные представленной таблицы 1 свидетельствуют, что подсосные телята сравниваемых вариантов (контрольный и оптимальный опытный) перед убоем имели различную живую массу.

Таблица 1. Итоги контрольного убоя телят после отбивки от матерей

Показатель	Варианты групп	
	контрольный	оптимальный опытный
Живая масса перед убоем, кг	210,0±3,98	224,0±3,7**
Масса парной туши, кг	110,3±2,63	118,5±2,91
Выход туши, %	52,4	53,0
Масса внутреннего жира, кг	3,4±1,06	3,7±0,24*
Выход внутреннего жира, %	1,59	1,63
Убойная масса, кг	113,6±2,90	122,2±1,82*
убойный выход, %	54,1	54,5

Примечание: здесь и далее* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$

Молодняк оптимального опытного варианта, полученный от коров, в рационе которых не-предельные жирные кислоты составляли 2,30 % от сухого вещества, имел живую массу перед убоем 224,0 кг, что в сравнении с контрольным выше на 14,0 кг (6,67 %). Парные туши опытного варианта при этом оказались тяжелее на 8,3 кг (7,5 %) контрольного.

По убойной массе молодняк из контрольного варианта уступал сверстникам оптимального опытного на 8,5 кг (7,5 %), по убойному выходу – на 0,45 %.

Так как представленные показатели таблицы не в полной мере раскрывают качественные характеристики полученной при убое мясной продукции, нами был изучен морфологический состав туш (табл. 2).

Таблица 2. Морфологический состав туш подсосного молодняка

Показатель	Варианты групп	
	контрольный	оптимальный опытный
Охлаждённая туша, кг	109,0±2,37	117,0±0,59
Мякоть, кг	84,3±3,23	91,2±0,60
Выход мякоти, %	77,5	78,1
Кости, кг	22,7±1,00	23,8±0,39
Выход костей, %	20,6	20,2
Сухожилия и связки, кг	2,0±0,18	1,8±0,07
Выход сухожилий и связок, %	1,8	1,5
Индекс мясности	3,7	3,8
Выход мякоти на 100 кг предубойной массы, кг	40,1	40,7
Съедобная часть: несъедобная часть	3,4	3,6

Представленный цифровой материал таблицы показывает, что охлаждённая туша контрольного варианта молодняка по массе уступает оптимальному опытному на 8,0 кг (7,3 %). При этом молодняк, полученный от опытных коров, имел более высокий выход мякоти. Так, эти телята имели массу мякоти 91,2 кг, в то время как контрольный был ниже на 6,9 кг (8,2 %). Средний вес костей контрольного и оптимального опытного вариантов имел небольшое различие и составлял 22,7 кг и 23,8 кг соответственно. Это указывает на примерно одинаковое формирование костяка подсосных телят к отъёмному возрасту. Однако при более интенсивном приросте телят оптимального опытного варианта выход мякоти у них был выше на 0,6 %, но на 0,3 % – ниже по выходу костей. В связи с этим индекс мясности по сравнению с контрольным был выше на 0,09 % в оптимальном опытном варианте.

Отношение съедобных к несъедобным частям туши было в контрольном варианте 3,4, оптимальном опытном – 3,6, разница в пользу опытных животных составила 5,9 %.

Если посмотреть выход мякоти в расчёте на 100 кг живой массы перед убоем, то он также имел показатель выше на 0,6 кг (1,5 %) в оптимальном опытном варианте.

Помимо продуктивных характеристик подсосных телят нами был изучен химический состав мяса-фарша, что дало сравнительную возможность определения биологической ценности и кулинарного качества этого продукта (табл. 3).

Исследования авторов показывают, что химический состав тела изменяется в процессе роста и развития животного, а также зависит от породы, возраста, живой массы, упитанности и характера кормления [17]. В связи с использованием разных уровней непредельных жирных кислот в рационе подсосных мясных коров определённый интерес представляют химический состав и энергетическая ценность мяса-фарша, полученного от телят после отбивки (табл. 3).

Из таблицы вытекает, что в мякоти молодняка от коров оптимального опытного варианта в сравнении с контрольным содержалось больше сухого вещества на 0,4 %, причём это преимущество было за счёт накопления белка и жира, с примерно одинаковым количеством золы в обоих вариантах групп животных.

Вследствие более высокого роста мышечной ткани туш у подсосных телят, полученных от опытных коров, содержание белка и межмышечного жира в сравнении с контрольным было выше на 1,5 кг (9,3 %) и 0,2 кг (2,6 %) соответственно.

Таблица 3. Химический состав и энергетическая ценность мяса-фарша телят после отбивки

Показатель	Варианты	
	контрольный	оптимальный опытный
Влага, %	72,5±0,55	72,1±1,26
Сухое вещество, %	27,5±0,55	27,9±1,26
В сухом веществе: белок	19,2±0,33	19,4±0,31
жир	7,3±0,30	7,5±0,29
зола	0,96±0,01	0,97±0,08
В мякоти туши синтезировано, кг: белка	16,2	17,7
жира	6,2	6,9
Энергетическая ценность мякоти туш, МДж	627,60	689,96
В 1 кг СВ мякоти концентрация энергии, МДж	27,0	27,1
Энергетическая ценность 1 кг мякоти, МДж	7,4	7,6

При забое телят отъёмного, 8-месячного возраста, их мясо не было физиологически зрелым по требованию науки о питании и запросам мясоперерабатывающей промышленности. Так, соотношение белка и жира находилось в небольших пределах и составляло в контрольном варианте животных 0,38:1, опытном – 0,39:1 или 0,63:1 и 0,65:1 – в энергетических эквивалентах.

Калорийность 1 кг мякоти контрольного варианта телят была ниже опытного на 0,13 МДж (1,75 %), всей туши – на 62,4 МДж (9,9 %).

Однако изучение химического состава мяса-фарша не полностью отображает мышечную ткань, так как состоит не только из мышечной, но жировой и соединительной тканей. Для наиболее полного отражения качественной оценки мышечной ткани в зоотехнической науке и практике принято изучение отдельных мускулов, в частности длиннейшей мышцы спины (табл. 4).

Таблица 4. Химический состав длиннейшей мышцы спины молодняка после отбивки от матерей

Показатель	Варианты	
	контрольный	оптимальный опытный
Сухое вещество, %	22,9±0,88	23,0±0,49
в т. ч.: белок	19,75±0,68	19,95±0,06
жир	2,1±0,15	2,2±0,08
зола	1,02±0,01	0,96±0,04
Энергетическая ценность 1 кг мускула, МДж	5,5±0,13	6,1±0,07*
Триптофан, мг%	380,0±4,01	391,0±3,04
Оксипролин, мг%	52,5±1,01	51,5±1,18
БКП	7,2	7,6

Из таблицы следует, что разница в процентном соотношении содержания сухого вещества и жира в длиннейшей мышце спины у молодняка сравниваемых вариантов составила 0,1 % в пользу опытных.

Содержание сырой золы в опытном варианте было 0,96, контрольном – 1,02 %, как мы видим, совсем незначительная разница.

Более высокое содержание жира и белка в сухом веществе телят опытного варианта положительно сказалось на калорийности длиннейшей мышцы спины. Так, энергетическая ценность длиннейшего мускула спины была выше на 0,53 МДж (9,60 %) в сравнении с их аналогами контрольного варианта.

Биологическую ценность мышечной ткани или белковый качественный показатель (БКП) принято определять отношением триптофана к оксипролину или незаменимых аминокислот к заменимым кислотам. У молодняка, содержащегося на подсосе матерей, получавших с рационом дополнительно непредельные жирные кислоты, этот показатель был выше на 4,83 % по сравнению с базовым вариантом.

Следует также отметить, что выращивание подсосных телят под коровами, получавшими разный уровень непредельных жирных кислот в рационе, способствовало различному накоплению питательных веществ в мякоти туши. Наиболее выраженным это преимущество оказалось в опытном варианте. Туши подсосных телят этого варианта животных превосходили таковых из контрольного как по весовым, так и по качественным показателям.

Напомним, что сырой жир – это высокоэнергетическое соединение, при окислении 1 г его в организме выделяется 0,093 МДж энергии. Он является единственным носителем жирорастворимых витаминов, служит дополнительным источником воды. Жир участвует во всех обменных процессах, предохраняет организм от переохлаждения, является запасом энергетических ресурсов, который может использоваться при неблагоприятных условиях. Обычно отложение жира в организме зависит от упитанности животного, возраста, пола, породы и ряда других факторов.

Рассматривая полученные данные химического состава внутреннего жира телят отъёмного возраста, мы должны констатировать, что в сравниваемых вариантах животных существенного отличия не обнаружено, так, содержание жира и протеина составило 74,8 %; 74,4 и 3,3; 3,44 %, температура плавления – +39,5...+39,7 °С соответственно вариантам.

При выращивании молодняка на мясо необходимо изучать не только мясную продуктивность, но и способность превращать сырой протеин и энергию кормов в животноводческую продукцию [18]. Белок и жир, синтезируясь, откладываются в съедобных частях тела животного, на отложение которых влияет пол животного, порода, характер и уровень кормления (табл. 5).

Таблица 5. Превращение протеина и энергии кормов в продукцию

Показатель	Варианты	
	контрольный	оптимальный опытный
Съедобная часть тканей тела, кг	116,8±2,32	125,9±1,60*
Отложилось в съедобной части тканей тела:		
белка, кг	20,9±0,27	22,3±1,02
жира, кг	9,3±0,59	10,3±0,93
энергии, МДж	863,1±6,04	932,5±8,06**
Выход на 1 кг живой массы:		
белка, г	99,7±0,47	99,8±1,91
жира, г	44,4±1,29	45,9±2,08
энергии, МДж	4,1±0,93	4,2±1,06
Коэффициент конверсии протеина, %	16,0	16,0
Коэффициент конверсии обменной энергии, % (ККОЭ)	9,1	9,3

Из таблицы следует, что молодняк, содержащийся под матерями до 8-месячного возраста согласно технологии мясного скотоводства «корова-телёнок», коровы которого получали рацион с различным уровнем непредельных жирных кислот, использовал получаемые питательные вещества кормов неодинаково.

Так, съедобная часть туши группы животных контрольного варианта весила меньше на 9,09 кг (7,78 %) по сравнению с опытным.

Последние откладывали больше белка на 1,40 кг (6,70 %), жира – на 0,92 кг (9,87 %) в сравнении с аналогами из контрольного варианта.

При этом отложение энергии было выше в оптимальном опытном варианте на 69,42 МДж (8,04 %), а выход белка и жира на 1 кг живой массы имел почти одинаковые показатели, с небольшим преимуществом (3,38 %) по жиру.

Обсуждение полученных результатов.

Использование побочных продуктов маслоэкстракционной промышленности в рационах крупного рогатого скота даёт одну из возможностей решения увеличения его энергетического и липидного питания. При этом известно, что жир растительных масел имеет высокое количество непредельных жирных кислот, которые необходимы для нормальной жизнедеятельности и физиологических процессов животного с учётом заданных параметров (продуктивность, качественные показатели мяса, воспроизводство) человека. Всё это предопределяет улучшение мясных и биологических характеристик говядины.

Есть сведения о положительном результате конверсии энергии и протеина корма в продукцию, а также экономической целесообразности введения жиросодержащей добавки в рацион лактирующих коров [19].

Ряд авторов показывает положительные результаты эффективности использования растительной жировой добавки, наличие которой в структуре рациона даёт возможность регулировать оптимальный уровень ненасыщенных жирных кислот для различных половозрастных групп мясного скота [9, 13].

О возможности прижизненной модификации говядины для создания функциональных мясных продуктов путём обогащения рационов полиненасыщенными жирными кислотами указывают отечественные учёные [20].

Исследования, проведённые на лактирующих коровах каргалинского мясного типа показали положительные результаты введения в рацион растительной жировой добавки в виде фуза на молочную продуктивность и химический состав молока, где оптимальный уровень ненасыщенных жирных кислот равнялся 2,45 % [21].

Немаловажной задачей является изучение влияния различного содержания непредельных жирных кислот в рационах маточного поголовья в сухостойный и лактирующий периоды на продуктивные и качественные показатели мясного сырья 8-месячных телят, содержащихся под матерями на подсосе.

В настоящее время, когда Российская Федерация является одним из лидирующих импортеров говядины в мире, целесообразность или практическая составляющая убоя молодняка крупного рогатого скота, в том числе и мясных пород в 8 месяцев, является нерациональной. Хотя следует заметить, что некоторые производители мясной продукции стран Евросоюза, например Франция, проводя убой животных в 8 месяцев и даже моложе, извлекают при этом хорошие коммерческие бонусы и считают это экономически оправданным, так как спрос на такую продукцию определяет предложение.

В наших же исследованиях убой молодняка в 8 месяцев был проведён с целью получения научных данных, которые обосновывают качественные характеристики говядины через питание молоком матери. Результаты влияния рационов с различным содержанием непредельных жирных кислот у коров-матерей на мясную продуктивность и качественные показатели говядины 8-месячных телят, находившихся на подсосе, свидетельствуют, что молодняк, полученный от коров, в рационе которых непредельные жирные кислоты составляли 2,45 % от сухого вещества, имел среднюю живую массу перед убоем 224,0 кг. Это выше на 14,0 кг (6,67 %), в сравнении с контрольным, парные туши телят от опытных матерей оказались тяжелее на 8,3 кг (7,5 %).

Довольно высокому выходу мякоти при убое молодняка после отбивки нашло подтверждение влияние породной особенности, возраста, полноценности кормления в ряде работ [1, 9, 15, 22].

Знание условий формирования мясности и особенностей наращивания максимального количества мускулатуры, ради чего разводится мясной скот, позволяет значительно повысить эффективность производства говядины.

Основными критериями молодняка, выращиваемого на мясо, является не только продуктивность, но и способность трансформации питательных веществ в съедобную часть туши, вес которой в контрольном варианте уступал опытному на 9,09 кг (7,78 %).

Результаты изучения отечественными учёными влияния породы и возраста мясного скота на коэффициенты конверсии протеина и энергии кормов в пищевую белок и энергию мясной продукции показали, что с увеличением возраста закономерно снижаются коэффициенты кормового протеина и повышаются коэффициенты конверсии доступной для обмена в энергию мясной продукции [23, 24]. Что согласуется с полученными нами данными более высокой трансформации протеина и энергии в продукцию в начале продуктивного периода жизни (отъёма).

Выводы.

Балансирование рациона маточного поголовья мясного скота с учётом оптимального содержания непредельных жирных кислот положительно влияет на мясную продуктивность и качество говядины 8-месячного молодняка, содержащегося на подсосе.

Содержание жировой добавки в структуре рациона лактирующих I периода от 5,2-10,5 % и II периода от 5,6-11,6 % способствовало повышению веса 8-месячного молодняка после отбивки на 14 кг. Съедобная часть тканей их тела была выше на 9,1 кг контрольного варианта, а коэффициент конверсии обменной энергии увеличился на 0,2 %.

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

Литература

1. Литвинов Ю.Н. Анатомия и гистология сельскохозяйственных животных: краткий курс лекций для студентов фак. технологии животноводства. Белгород: БелГСХА, 2009. С. 73-75.
2. Бабицева И.А. Эффективность использования сел-плекса при выращивании молодняка крупного рогатого скота // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 2. С. 10-12.
3. Маманов А.П., Фомичёв Ю.П. Влияние высокобелкового концентрата в сочетании с антиоксидантом и лиотропным фактором на интенсивность роста бычков и качество говядины // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 8. С. 23-25.
4. Использование макроминеральной добавки «Стимул+» для продуктивности крупного рогатого скота / А.В. Якимов, Ф.Р. Зарипов, Ф.Ж. Мударисов, В.В. Салахов, Н.Н. Хазипов // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 5. С. 23-24.
5. Петрунина Ю.Ю., Левахин В.И. Влияние кормовой добавки на обмен энергии в организме и интенсивность роста молодняка крупного рогатого скота // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 83-86.
6. Естеев Д.В., Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С. Мясная продуктивность и качество мяса откармливаемых животных в зависимости от скормливания им различных доз комплексного пробиотического препарата // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 1(79). С. 100-104.
7. Савронь Е.С. Биокатализаторы. Витамин F // Биохимия животных. М.: Высш. шк., 1966. С. 135-136.
8. Алиев А.А. Незаменимые (эссенциальные) жирные кислоты и их роль в питании продуктивных животных // Актуальные проблемы биологии в животноводстве: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. ВНИИФБиП с.-х. животных. Боровск, 2000. С. 34-36.
9. Шубин А.Н. Эффективность использования ненасыщенных жирных кислот в рационе молодняка мясного скота при выращивании на мясо: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2013. 19 с.
10. Влияние рационов с различным уровнем ненасыщенных жирных кислот на переваримость питательных веществ бычков, выращиваемых на мясо / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, И.А. Рахимжанова, К.Ш. Картекинов // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2(76). С. 83-86.

11. Галиев Б.Х., Ширнина Н.М., Рахимжанова И.А. Продуктивное действие рационов в зависимости от содержания в них ненасыщенных жирных кислот при выращивании бычков на мясо // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 1(79). С. 109-113.
12. Мясная продуктивность и качество мяса бычков казахской белоголовой породы при потреблении с рационом ненасыщенных жирных кислот / Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова, В.И. Левахин, Н.М. Ширнина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2015. № 6. С. 61-63.
13. Мясная продуктивность бычков в зависимости от уровня ненасыщенных жирных кислот / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, И.А. Рахимжанова, К.Ш. Картеkenов, Х.Б. Дусаева // Стратегия основных направлений научных разработок и их внедрения в животноводство: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2014. С. 143-146.
14. Рахимжанова И.А., Ширнина Н.М., Галиев Б.Х. Эффективность использования рационов с различным уровнем ненасыщенных жирных кислот при выращивании бычков на мясо // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5(55). С. 114-117.
15. Краткое пособие для проведения научно-исследовательских работ: учеб. пособие / А.Г. Зелепухин, В.И. Левахин, А.В. Харламов, В.Д. Баширов, Н.А. Кобзев, Г.Б. Родионова, М.А. Кизаев. Оренбург, 2005. 74 с.
16. Плохинский Н.А. Биометрия. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
17. Качественная характеристика мясной продукции при создании современной высокопродуктивной мясной породы / В.Г. Литовченко, И.Б. Нурписов, М.Д. Кадышева, Ф.Г. Каюмов, С.Д. Тюлебаев, В.Г. Прудников, Э.Н. Доротюк // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 1(84). С. 69-73.
18. Оценка животных по эффективности конверсии корма в основные питательные вещества мясной продукции: метод. рекомендации / Л.К. Лепайыз и др. М.: ВАСХНИЛ, 1982. 19 с.
19. 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.
20. Чернуха И.М. Применение функциональных мясных продуктов – инновационный подход к профилактике и лечению сердечно-сосудистых заболеваний // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 6. С. 70-73.
21. Продуктивность и химический состав молока подсосных мясных коров при скормливании различных уровней ненасыщенных жирных кислот в рационе / И.А. Рахимжанова, Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, Х.Б. Дусаева // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Том 101. № 1. С. 84-92.
22. Свиридова Т.М. Закономерности формирования мясной продуктивности бычков, выращиваемых на мясо // Закономерности обмена веществ, энергии и формирования мясной продуктивности у молодняка мясного скота. М.: Изд-во «Вестник РАСХН», 2003. С. 221-229.
23. Эффективность использования сырого протеина и энергии кормов для получения прироста живой массы крупного рогатого скота / С.С. Гуткин, Ф.Х. Сиразитдинов, А.В. Харламов, А.Г. Ирсултанов // Перспективы развития мясного скотоводства и резервы увеличения производства говядины: сб. науч. тр. Оренбург, 2001. Вып. 54. С. 126-128.
24. Свиридова Т.М., Джуламанов Б.А., Зиленский А.П. Конверсия протеина, энергии корма в продукцию у бычков, выращиваемых на мясо в зависимости от полноценности питания // Вестник мясного скотоводства. 2003. Вып. 56. С. 432-437.

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

Харламов Анатолий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом технологии мясного скотоводства и производства говядины 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

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

Дусаева Хамдия Базлахметовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, тел.: 8(3532)37-24-65, e-mail: ppbt@mail.osu.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

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 4 июня 2018 года

UDC 636.082.25

Shirina Nadezhda Mikhailovna¹, Galiyev Bulat Khabuleevich¹, Kharlamov Anatoly Vasilyevich¹, Rakhimzanova Ilmira Agzamovna², Dusaeva Khamdiya Bazlakhmetovna³, Nurzhanov Baer Serekpavich¹, Poberukhin Mikhail Mikhailovich¹

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

³ FSBEI HE «Orenburg State University», e-mail: ppbt@mail.osu.ru

Productive and qualitative indicators of beef of young suckling cattle, depending on the content of nonsaturated fatty acids in the diet of cows

Summary. Conducted research on breeding stock of beef cattle allow us to identify a positive impact of additional enriching their diet with polyunsaturated fatty acids by introducing plant fat supplements (oil foots) on the productivity and quality of beef calves, located on the suction.

Thus, young animals obtained from the experimental variant with lactating cows, fed with unsaturated fatty acids were 2.45 % of the dry matter, had a live mass before slaughter of 224.0 kg, which, in comparison with the control one, was 14.0 kg (6.67 %). Hot carcasses of calves, obtained from experienced mothers, were heavier by 8.3 kg (7.5 %) than from control animals.

The ratio of edible to inedible parts of the carcass was 3,4 in the control version, experimental – 3,6, the difference in favor of the experimental animals was 5.9 %. The yield of pulp in terms of 100 kg of live weight before slaughter was also higher by 0.6 kg (1.5 %) in the experimental version.

Due to the higher growth of muscle tissue of suckling calves obtained from the experimental cows, the protein and intermuscular fat content in comparison with the control exceeded by 1.5 kg (9.3 %) and 0.2 kg (2.6 %), respectively.

The protein quality indicator (PQI) of calves of the experimental variant of cows was higher by 4.83 % compared to the base variant.

The edible part of the carcass of the control group is less than 9.09 kg (7.78 %) in comparison with the experimental ones.

The latter, in comparison with the analogues from the control variant, deposited more protein by 1.40 kg (6.70 %), fat – by 0.92 kg (9.87 %).

At the same time, the energy deposition was higher in the experimental group by 69.42 MJ (8.04 %), and protein and fat deposition per 1 kg of live weight had the same values, with a slight advantage (3.38 %) by fat.

Key words: cows, calves, feeding of bulls, diet, fat additive, unsaturated fatty acids, meat productivity, morphological and chemical indicators of meat, conversion.

УДК 591.11:635.5

Содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови цыплят-бройлеров при скормлинии лактобактерий и иодида калия

И.А. Колесникова

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет»

Аннотация. Мясо бройлеров является одним из основных источников полноценного белка в питании человека. Оно содержит все необходимые для организма элементы питания: белки, жиры, минеральные вещества, витамины, ферменты и т. д. Поэтому в настоящее время технологии отрасли птицеводства базируются на принципе производства конкурентоспособной, экологически чистой, высококачественной продукции при максимальном использовании биологических возможностей птицы, направленных на повышение их скороспелости.

В отличие от взрослой птицы цыплята-бройлеры обладают самой высокой энергией роста. Исходя из этого, их рацион необходимо балансировать по всем питательным веществам и энергии таким образом, чтобы в течение 6 недель жизни обеспечить максимальное использование и усвоение компонентов рациона с достижением наивысших среднесуточных приростов живой массы.

В ходе эксперимента установлено, что с увеличением живой массы цыплят-бройлеров количество общего белка в сыворотке крови повышается, так как интенсивнее происходят процессы обмена веществ.

Анализируя показатели общего белка и фракционный состав сыворотки крови подопытных групп, следует отметить, что они находились в пределах физиологической нормы. Максимальный эффект физиологической нормы наблюдался у цыплят-бройлеров III опытной группы, которым к основному рациону дополнительно скормливали иодид калия и лактоамиловорин.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, пробиотик, лактоамиловорин, иодид калия, общий белок, альбумины, глобулины.

Введение.

Повышение качества, экологической безопасности и сохранности продукции, получаемой от сельскохозяйственных животных, – особо актуальная задача на фоне сформировавшейся в РФ экономической ситуации [1].

Не маловажное значение играет мясное птицеводство. За первые 60 дней живая масса цыплят-бройлеров увеличивается в 30–40 раз, в результате чего птица может достигнуть убойных кондиций в раннем возрасте (7–8 недель).

Мясо бройлеров отличается высокими вкусовыми качествами, питательностью, диетическими свойствами и является ценным продуктом питания [2].

Бройлерное птицеводство занимает всё большее место в производстве мяса птицы. В настоящее время оно считается одним из самых популярных благодаря своей высокой скороспелости, отменным вкусовым и диетическим качествам, возможности выращивания больших партий птицы с применением промышленной технологии на основе полной механизации и автоматизации трудоёмких процессов [3, 4].

Для того чтобы изучить обменные процессы, протекающие в организме птицы, доказать эффективность использования тех или иных препаратов, необходимо провести исследования крови подопытной птицы [5].

Известно, что белки в крови выполняют немало функций: поддерживают постоянство pH крови, уровень катионов в ней, играют важную роль в образовании иммунитета, комплексов с углеводами, липидами, гормонами и другими веществами [6].

Цель исследования.

Повышение физиолого-биохимического статуса и продуктивных качеств цыплят-бройлеров путём включения в основной рацион лактоамиловорина и йодида калия.

Задача исследований изучить влияние пробиотика лактоамиловорина и микроэлемента йодида калия на содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке 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 и рекомендациями Russian Regulation 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 проводились в виварии ФВМиБ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». Опытная и контрольная группы были сформированы методом случайной выборки (принцип аналогов) по 35 цыплят суточного возраста, которых выращивали в течение 42 дней при клеточном содержании.

Доза лактоамиловорина была определена в проведённых ранее исследованиях и составила 50 мг/кг комбикорма.

По результатам анализа комбикорма были получены данные, что содержание йода в нём не соответствует нормальному содержанию данного микроэлемента в рационах цыплят-бройлеров, необходимому для нормального роста и развития организма птиц, их физиологических потребностей. Проведёнными ранее нами исследованиями установлена целесообразность использования йодида калия в дозе, равной 0,7 мг/кг корма, что считается рациональным для нашего региона.

В ходе проведённых исследований использовали йодид калия (KI) ГОСТ 4232-74, квалификации «Ч» и пробиотик на основе *Lactobacillus amylovorus* БТ-24/88, созданный в лаборатории биотехнологии микроорганизмов ГНУ ВНИИФБиП сельскохозяйственных животных, лактоамиловорин (титр колониеобразующих единиц $8 \times 10^8 - 9 \times 10^8$ в 1 г.). Расчёт дозы при этом вели по отношению к титру 1010 КОЕ/г.

Схема опыта приведена в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество, голов	Продолжительность опыта, сут	Характер кормления
Контрольная	35	1-42	Основной рацион (ОР)
I опытная	35	1-42	ОР+лактоамиловорин 50 мг/1 кг корма (в пересчёте на титр 1010 КОЕ/г)
II опытная	35	1-42	ОР+KI 0,7 мг/кг корма (в пересчёте на элемент)
III опытная	35	1-42	ОР+лактоамиловорин 50 мг/1 кг корма (в пересчёте на титр 1010 КОЕ/г)+KI 0,7 мг/кг корма (в пересчёте на элемент)

Кормление подопытной птицы проводилось согласно инструкциям ВНИТИП, по схеме кормления цыплят-бройлеров с суточного возраста до 6 недель включительно. Цыплята-бройлеры всех групп имели свободный доступ к корму и воде. В зависимости от возрастного периода в их рацион входили 2 типа комбикорма, рецепт которых представлен ниже (табл. 2).

Таблица 2. Рецепты комбикормов для цыплят-бройлеров, %

Показатели	Период выращивания, сут	
	1-28	29-42
Кукуруза	5,03	7,50
Пшеница	47,80	46,69
Жмых подсолнечный	5,00	5,00
Соя полножирная	25,00	25,00
Глютен	5,00	4,30
Масло подсолнечное	2,82	4,57
Мука рыбная	5,00	2,50
Соль поваренная	0,30	0,30
Монокальцийфосфат	0,72	0,96
Известняк	1,45	1,38
Лизин	0,48	0,45
Метионин	0,25	0,24
Премикс	1,00	1,00
Треонин	0,15	0,11
Итого:	100,00	100,00
В 100 г комбикорма содержится		
Обменная энергия, ккал/100 г	360,55	366,26
МДж/кг	15,14	15,38
Сырой протеин	23,08	21,14
Сырой жир	9,51	11,09
Сырая клетчатка	4,34	4,33
Сырая зола	4,94	4,48
Кальций	1,00	0,90
Фосфор общий	0,68	0,67
Натрий	0,18	0,16
Хлор	0,25	0,32
Калий	0,69	0,68
Лизин	1,40	1,25
Метионин	0,64	0,58
Метионин+цистин	0,98	0,90
Треонин	0,94	0,83
Триптофан	0,24	0,22
Аргинин	1,33	1,23
Аминокислоты усвояемые		
Лизин	1,23	1,09
Метионин	0,59	0,54
Метионин+цистин	0,85	0,78
Треонин	0,80	0,70
Триптофан	0,20	0,18
Аргинин	1,11	1,02

Комбикорм, используемый в кормлении бройлеров, содержал в своём составе премикс, рецепт которого приведён в таблице 3.

Таблица 3. Премиксы для откорма бройлеров в возрасте 1-28 сут и 29-42 сут

Содержание действующих веществ в 1 кг премикса	Премиксы для откорма цыплят-бройлеров в возрасте, сут	
	1-28	29-42
Витамины		
Витамин А	1 250 000 м. е.	1 200 000 м. е.
Витамин D3	450 000 м. е.	450 000 м. е.
Витамин Е	5 000 мг	3 500 мг
Витамин К3	400 мг	300 мг
Витамин В1	300 мг	200 мг
Витамин В2	800 мг	500 мг
Витамин В6	450 мг	300 мг
Витамин В12	2 мг	2 мг
Ниацинамид	5 000 мг	3 100 мг
Пантотенат кальция	1 250 мг	1 000 мг
Витамин Н (биотин)	15 мг	12 мг
Фолиевая кислота	150 мг	120 мг
Холин хлорид	25 000 мг	20 000 мг
Бетаин	10 000 мг	5 000 мг
Аминокислоты		
ДЛ-метионин	150 г	130 г
Л-лизин	60 г	60 г
Микроэлементы		
Кобальт	40 мг	40 мг
Медь	800 мг	800 мг
Железо	6 000 мг	6 000 мг
Иод	90 мг	90 мг
Марганец	8 000 мг	8 000 мг
Цинк	5 000 мг	5 000 мг
Селен	17 мг	17 мг
Антиоксидант	10 000 мг	10 000 мг

Оренбургская область относится к зонам с дефицитом йода. Йодную недостаточность испытывают не только люди, но и животные, проживающие в этих районах. По результатам анализа комбикорма были получены данные, что содержание йода в нём колеблется от 0,4 до 0,9 мг/кг комбикорма, что не соответствует нормальному содержанию данного микроэлемента в рационах цыплят-бройлеров, необходимому для нормального роста и развития организма птиц, их физиологических потребностей.

Оборудование и технические средства. Биохимические показатели сыворотки крови (общий белок, альбумины, глобулины) исследовали с помощью фотометра «Stat Fax 1904» («Awareness Technology, Inc.», США.) и набора фирмы «Ольвекс диагностикум» («Ольвекс Диагностикум», Россия.). Все биохимические исследования проводили в Межкафедральной комплексной аналитической лаборатории ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет».

Статистическая обработка. Полученный материал обработан методом вариационной статистики с применением критерия достоверности по Стьюденту с помощью персонального компьютера с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» с обработкой данных «Statistika 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

В начале опыта живая масса цыплят в среднем составляла $42,1 \pm 1,15$ г ($P < 0,05$). Начиная с первой недели исследований, аналоги опытных групп по данному показателю стабильно опережали своих сверстников из контрольной группы. К 42-дневному возрасту цыплята I, II и III опытных групп превышали контрольных по живой массе на 225,7; 267,6 и 414,3 г соответственно.

Установлено, что с увеличением живой массы цыплят-бройлеров количество общего белка в сыворотке крови повышается, так как интенсивнее происходят процессы обмена веществ (рис. 1).

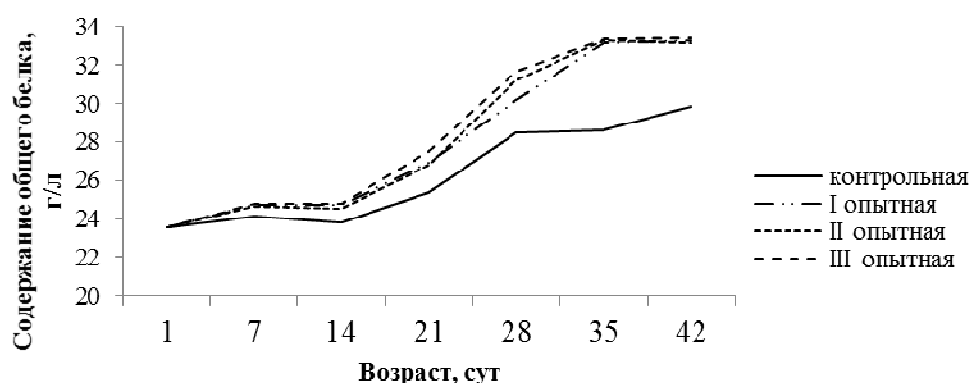


Рис. 1 – Содержание общего белка в сыворотке крови цыплят-бройлеров, г/л

В суточном возрасте данный показатель составлял $23,54 \pm 0,19$ г/л ($P < 0,05$), к началу второй недели увеличение составило 2,51 % в контрольной группе, 5,01 %, 4,8 %, 5,40 % – в I, II, III опытных группах птиц соответственно. В возрасте 14 суток данный показатель снизился во всех исследуемых группах. Наименьшее снижение содержания общего белка в сыворотке крови составило в III опытной группе цыплят. С 21 суток происходило увеличение данного показателя. Ярко выражено оно блюдалось в возрасте 28 суток, что связано с наиболее интенсивным ростом цыплят-бройлеров именно в этот временной период. Достоверная разница наблюдалась во всех опытных группах птиц. В III группе данный показатель был выше на 11,01 %. Во II и I экспериментальных группах – больше на 9,51 % и 5,86 % соответственно ($P < 0,05$). Небольшое повышение содержания общего белка в сыворотке крови во всех опытных группах отмечалось в 35-суточном возрасте. Незначительное увеличение выявлялось к концу опыта. По сравнению с группой контроля статистически достоверная разница в 11,96 % ($P < 0,05$) выявлена в группе цыплят, получавших вместе с комбикормом лактоамиловорин и иодид калия. В меньшей степени оказали влияние препарат иода и пробиотик по отдельности: в I опытной группе преимущество составляло 11,46 %, во II – 11,09 % ($P < 0,05$).

Таким образом, содержание белка в сыворотке крови имело тенденцию к повышению, но находилось в пределах физиологической нормы (25–41 г/л). Различия между контрольной и опытными группами заключались не только в содержании общего белка, но и составе его фракций в исследуемый возрастной период.

Фракционный состав белков сыворотки крови также имел различия. Распределение альбуминовых фракций в сыворотке крови было неоднозначным в течение всего эксперимента. Содержание альбуминов возрастало до 28 суток, а затем понижалось до конца периода исследования. Достоверная разница по сравнению с контролем во всех опытных группах была лишь в возрасте 21 суток. Максимально она наблюдалась в III опытной группе – 1,55 %, во II и I опытных

групп составляла 1,51 % и 0,95 % соответственно. В возрасте 28 суток статистически достоверная разница превышала контроль на 1,62 %, 1,85 % и 1,55 % ($P < 0,05$) соответственно в I, II, III экспериментальных группах цыплят-бройлеров.

Содержание альбуминов в крови цыплят-бройлеров II и III опытных групп на конец опыта было выше на 3,22 % и 2,78 % по сравнению с контрольной группой (рис. 2).

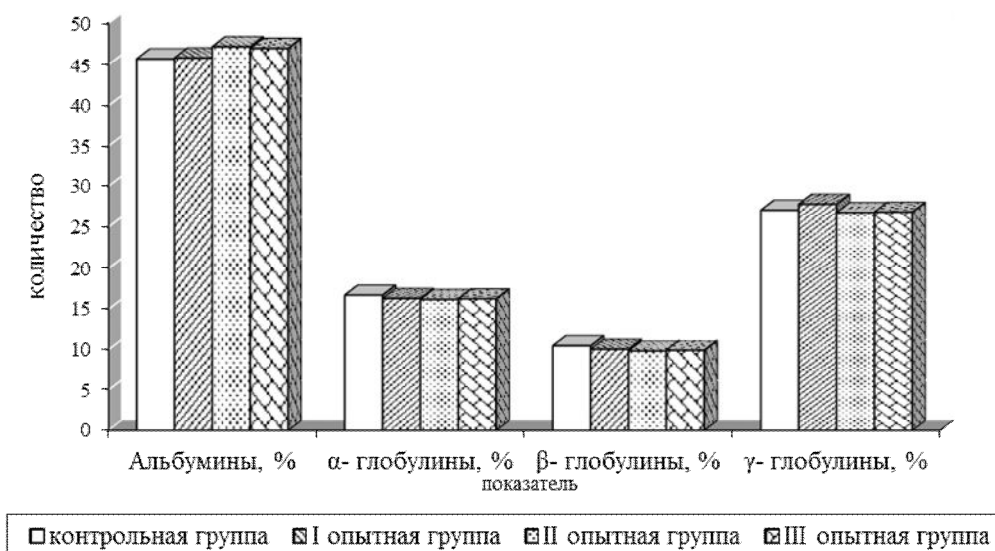


Рис. 2 – Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров в возрасте 42 суток

Результаты исследования динамики содержания глобулиновой фракции были неоднозначны. Так, в контрольной группе содержание α-глобулинов снижалось на всём протяжении исследования. В опытных группах данный показатель снижался до 4 недели включительно и составил 15,05 %, 15,19 % и 15,11 % соответственно в I, II и III опытных группах, что меньше на 1,85 %, 1,75 % и 1,83 % относительно группы контроля в этот же возрастной период. К концу опыта содержание α-глобулинов возросло в опытных группах, но не превышало показателя в группе контроля.

Незначительные изменения в период эксперимента у цыплят-бройлеров опытной группы наблюдались в подфракции β-глобулинов. Было отмечено, что статистически достоверные различия выявлены только в I опытной группе в возрасте 21 и 28 суток, когда разница составила 0,19 % и 0,77 % ($P < 0,05$) соответственно в пользу цыплят контрольной группы.

Характеризуя подфракцию γ-глобулинов следует отметить постепенное нарастание доли данных белков в I группе на протяжении всего эксперимента. У группы птиц, в рацион которых вводили пробиотик лактоамиловорин, увеличение содержания γ-глобулинов проходило в двух возрастных периодах, по сравнению с группой, получавшей основной рацион с 7 суток по 28 суток и с 35 по 42 сутки.

Обсуждение полученных результатов.

Комплексное использование пробиотика и иодсодержащего препарата в кормлении цыплят-бройлеров опытной группы оказало неоднозначное влияние на белковый обмен в их организме. Отмечалось повышение содержания общего белка в крови птиц III опытной группы.

Описанные выше процессы оказали определённое влияние на содержание в сыворотке крови белковых фракций.

Распределение альбуминовых фракций в сыворотке крови было неоднозначным в течение всего эксперимента. Содержание альбуминов возрастало до 28 суток, а затем снижалось до конца периода исследования. Превалированно достоверная разница по сравнению с контролем во всех опытных группах была лишь в возрасте 21 сут. Затем данный показатель снижался во всех исследуемых группах птиц.

Данный фактор, по мнению Фроловой Л.В. и др., обусловлен наличием органического йода в сыворотке крови и его связью с глобулинами и, в меньшей степени, с альбуминами [4, 7-8]. Увеличение живой массы цыплят-бройлеров происходит, по-видимому, за счёт уменьшения альбуминовой фракции в сыворотке крови, которое связано с интенсивным использованием белков на рост мышечной массы [9, 10].

Результаты исследования динамики глобулиновой фракции были неоднозначны. Так, в контрольной группе содержание α -глобулинов снижалось на всём протяжении исследования. В опытных группах данный показатель снижался до 28 недели включительно. К концу опыта содержание α -глобулинов возросло в опытных группах, но не превышало показателя в группе контроля.

Незначительные изменения в период эксперимента у цыплят-бройлеров опытной группы претерпевала подфракция β -глобулинов. Следует отметить, что статистически достоверные различия были выявлены только в I опытной группе в возрасте 21 и 28 недель, когда разница составила 0,19 % и 0,77 % ($P < 0,05$), соответственно в пользу контрольной группы.

Количество γ -глобулинов в сыворотке крови цыплят-бройлеров играет большую роль в защите организма от инфекций. Повышенное содержания γ -глобулинов в сыворотке крови происходит за счёт образования иммунных и неспецифических γ -глобулинов, при возникновении различного рода инфекций или в последствии возникшего стресса: повышение температуры окружающей среды или других неблагоприятных обстоятельств.

Характеризуя концентрацию γ -глобулинов, следует отметить постепенное нарастание данной белковой подфракции в I группе на протяжении всего эксперимента. У группы цыплят-бройлеров, в рацион которых вводили пробиотик лактоамиловорин, увеличение содержания γ -глобулинов происходило в двух возрастных периодах, по сравнению с группой, получавшей основной рацион: с 7 сут по 28 сут и с 35 суточного возраста по 42-суточный.

Полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии пробиотика и йода на содержание γ -глобулинов в сыворотке крови III опытной группы.

Действие изучаемых препаратов на макроорганизм, в нашем случае на организм цыплят-бройлеров, весьма сложное и разностороннее, об этом свидетельствуют исследования разных авторов, в том числе и наши. Совместное использование изучаемых препаратов оказало благоприятное воздействие на сохранность, рост и развитие птиц, на их физиологические и биохимические показатели.

Следовательно, результаты проведённых нами экспериментов на птицах и анализ литературных данных позволяют судить об эффективности комплексного использования пробиотика лактоамиловорина и йодида калия в кормлении цыплят-бройлеров, и, как следствие, возможности получения обогащённых йодом продуктов птицеводства.

Выводы.

Анализируя влияние используемых препаратов в сыворотке крови птиц, следует отметить, что происходило увеличение содержания общего белка, альбуминов и α -глобулинов. Данные показатели находились в пределах физиологической нормы. Это свидетельствует о целесообразности совместного применения лактоамиловорина в дозе 50 мг/кг комбикорма и йодида (0,7 мг/л воды) при выращивании цыплят-бройлеров.

Литература

1. Колесникова И.А. Морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при скармливании пробиотика и микронутриента // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 147-155.
2. Колесникова И.А. Влияние йодсодержащих препаратов и лактобактерий на белковый метаболизм у цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 2(46). С. 196-198.

3. Никулин В.Н., Колесникова И.А. Влияние пробиотика и микронутриента на гематологические показатели птиц // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. Т. 1. № 4. С. 71-74.
4. Функциональная активность щитовидной железы и продуктивность гусей владимирской глинистой породы при использовании йодказеина / Л.В. Фролова, В.В. Пронин, М.А. Романова, С.П. Фисенко, М.С. Дюмин // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 2. С. 42-43.
5. Использование тетралактобактерина при выращивании сельскохозяйственной птицы / В.Н. Никулин, В.В. Герасименко, Т.В. Коткова, Е.А. Лукьянов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 134-137.
6. Никулин В.Н., Коткова Т.В., Колесникова И.А. Эффективность комплексного использования лактоамиловорина и иодида калия при выращивании цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 1(45). С. 168-171.
7. Селен и йодосодержащие препараты в комплексе с пробиотиком для профилактики болезней цыплят-бройлеров / В.Н. Никулин, В.В. Герасименко, Т.В. Коткова и др. // Ветеринария. 2012. № 12. С. 47-49.
8. Никулин В.Н. Колесникова И.А. Показатели белкового обмена цыплят-бройлеров при комплексном применении пробиотика лактоамиловорина и иодида калия // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 15(134). С. 98-100.
9. In vitro inhibition of *Eimeria tenella* invasion by indigenous chicken *Lactobacillus* species / J. Tierney et al. // Veterinary Parasitology. 2004. V. 122. P. 171-182.
10. Antimicrobial activities of organic acids determined by minimum inhibitory concentrations at different pH ranged from 4.0 to 7.0. / M. Toshio, Y. Toshihiro, M. Akihiro et al. // Journal Of The Japanese Society For Food Science And Technology. 1994. Vol. 41. N 10. P. 1023-1024.

Колесникова Ирина Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Общая биология, экология и методика обучения биологии» ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный педагогический университет», 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 19, e-mail: irina.colesn@yandex.ru

Поступила в редакцию 24 апреля 2018 года

UDC 591.11:635.5

Kolesnikova Irina Alexandrovna

FSBEI HE «Orenburg State Pedagogical University», e-mail: irina.colesn@yandex.ru

The content of total protein and protein fraction in blood serum of the broiler chickens when fed lactobacilli and potassium iodide

Summary. Broiler meat is one of the main sources of high-grade protein in human nutrition. It contains all necessary nutritional elements: proteins, fats, minerals, vitamins, enzymes, etc. Therefore, at present, the poultry industry technologies are based on the principle of producing competitive, environmentally friendly, high-quality products with the maximum use of poultry biological capabilities directed to increase their early maturity.

In contrast to adult poultry, broiler chickens have the highest energy of growth. On this basis, their diet should be balanced across all nutrients and energy in such a way that during the 6 weeks of life to ensure maximum use and intake of the diet components with the achievement of the highest daily average weight gain.

During the experiment it is established that with increase of broiler chickens' body weight the amount of total protein in the serum blood separation is increased as metabolic processes are more intensive.

Analyzing the indicators of total protein of blood serum and fractional composition of the related experimental groups, it should be noted they were within the physiological norm. Broiler chickens of the Group III have the maximum effect of physiological norm which were supplemented with potassium iodide and *Lactobacillus amylovorus* to the main active diet.

Key words: broiler chickens probiotic, *Lactobacillus amylovorus*, potassium iodide, total protein, albumins, globulins.

УДК 633.358:631.5

Урожайность зелёной массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева гороха

Н.И. Воскобулова, В.Н. Соловьёва, Р.Ш. Ураскулов

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

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по влиянию нормы высева на урожайность зелёной массы и сухого вещества гороха.

Для увеличения производства гороха наряду с увеличением площади под посевами новых сортов с повышенным содержанием протеина и незаменимых аминокислот необходимо также совершенствовать технологию его возделывания. Подбор оптимальных норм высева для новых сортов гороха в условиях засушливого климата Оренбургской области актуален.

Исследования проводились на двух сортах гороха селекции Самарского НИИСХ разного морфотипа: сорт Самариус – усатый индетерминантный, сорт Флагман 12 – усато-детерминантный. В полевых опытах изучались нормы высева от 0,6 до 1,4 млн всхожих семян на 1 га с разницей между вариантами 0,2 млн. Урожайность зелёной массы и сухого вещества определяли в два срока уборки: фазу бутонизации и фазу образования бобов.

В ходе проведения исследований достоверные отклонения урожайности зелёной массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева отмечались в отдельные годы. Реакция сортов на изменение нормы высева была различной. В среднем за 3 года при увеличении нормы высева до 1,4 млн всхожих семян на 1 га отмечена тенденция увеличения урожайности надземной массы уборочной влажности и сухого вещества в фазу бутонизации у сорта Самариус. У сорта Флагман 12 при снижении нормы высева до 0,6 млн всхожих семян на 1 га увеличивалась урожайность уборочной влажности в фазу образования бобов.

На основании полученных результатов производству рекомендовано при возделывании гороха сорта Самариус в системе зелёного конвейера установить норму высева от 1,0 до 1,4 млн, сорта Флагман 12 – 0,6-1,0 млн всхожих семян на 1 га.

Ключевые слова: горох, сорт, урожайность, зелёная масса, сухое вещество, Самариус, Флагман 12.

Введение.

Горох – вторая по занимаемой площади зернобобовая культура в Оренбургской области. В 2017 году из общей площади зернобобовых культур в 72161 га он занимал 9402 га [1].

Для увеличения производства гороха наряду с созданием новых сортов с повышенным содержанием протеина и незаменимых аминокислот необходимо также совершенствовать технологию его возделывания.

Одним из важных элементов технологии возделывания гороха, формирующим продуктивность посева, является оптимальная норма высева.

В исследованиях учёных основное внимание уделяется формированию урожайности зерна гороха в зависимости от нормы высева [2, 3]. Между тем при возделывании гороха в системе сырьёвого конвейера важно определение нормы высева, при которой формируется наибольшая урожайность надземной массы. Влияние нормы высева на урожайность надземной массы изучалось в Ростовской области: «наибольшее накопление сухой биомассы растений гороха наблюдалось во все сроки определения на варианте с повышенной нормой высева – 1,4 млн шт./га в основном за счёт большего количества растений» [4].

В Оренбургской области исследований по влиянию норм высева на продуктивность новых технологичных сортов гороха не проводилось. В экологическом испытании, проведённом в степной зоне Оренбургской области, наибольшую урожайность зелёной массы и сухого вещества показали сорта гороха Самариус и Флагман 12 [5-7]. В связи с этим данные сорта взяты для разработки основных элементов технологии возделывания гороха.

Цель исследования.

Определить оптимальные нормы посева гороха, обеспечивающие в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья устойчивые урожаи зелёной массы и сухого вещества.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Горох сортов Самариус и Флагман 12.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Почвенный покров опытного участка, находящегося в п. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области, представлен южным карбонатным среднесуглинистым, среднесильным чернозёмом.

В начальный период вегетации растений уровень обеспеченности пахотного слоя почвы нитратным азотом – средний: в 2015 г. – 12 мг; 2016 г. – 11,0; 2017 г. – 11,8 мг в 1 кг почвы. К концу вегетации этот показатель снизился до 4,4...7,6 мг на 1 кг почвы.

Обеспеченность подвижным фосфором в 2015 и 2016 гг. в верхнем 30 см слое почвы была повышенной – 39...45 и 33...38 мг соответственно, в 2017 г. – средней – 29...31 мг на 1 кг почвы. На протяжении всей вегетации содержание фосфора в почве не менялось.

Обеспеченность пахотного слоя обменным калием в 2015 и 2017 гг. на протяжении всей вегетации была средней – 276...294 и 242...233 мг на 1 кг почвы соответственно. В 2016 г. от фазы всходов до образования бобов содержание его было повышенным, к фазе полной спелости оно снизилось до среднего уровня – 288 мг на 1 кг почвы.

Погодные условия в годы исследований различались между собой по характеру распределения осадков и температурному режиму, периодам благоприятным и неблагоприятным для роста и развития растений

В 2015 г. в период вегетации дожди и ливни с градом чередовались с засухами, продолжавшимися от одного до трёх-пяти суток.

Самым жарким был июнь: среднесуточная температура воздуха составила +24,3 °С, что выше нормы на 3,5 °С.

Осадки, выпавшие в первой половине вегетации, имели неравномерный характер, вторая половина была сухой, что создало неблагоприятные условия для роста и развития растений гороха. Выпавшие в мае осадки превысили среднесезонные значения за месяц в 2,4 раза, июне – 1,4 раза. В июле осадки составили 47 % к норме, в 1-й и 3-й декадах были незначительными – 3-4 мм.

В 2016 г. среднесуточная температура воздуха в период формирования вегетативных и генеративных органов гороха была близка к среднесезонной и составила в мае +15,9 °С, июне – +19,8 °С, в июле – +22,7 °С.

В мае осадки превысили среднесезонные значения в 2 раза.

Критические фазы развития растений – бутонизация и цветение-образование бобов выпали на самый сухой месяц – июнь.

В 2017 г. рост вегетативной массы и цветение гороха проходили в условиях прохладной, формирования и налив зерна – жаркой и сухой погоды.

За вегетацию гороха выпало в 2015 г. 141 мм, 2016 г. – 93 мм, 2017 г. – 71 мм осадков, что составило 135 %, 89 % и 68 % от среднесезонных значений соответственно.

Схема эксперимента. Исследования проводили в течение 2015-2017 гг. в степной зоне Оренбургской области.

Сорт Самариус относится к усато-индетерминантному морфотипу. Продолжительность от всходов до спелости составляет 70 дней. Отличается высокой устойчивостью к засухе.

Сорт Флагман 12 – усато-детерминантный морфотип. 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 [8].

Исследования проводились в двухфакторном опыте по схеме: 2А×5В

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

Размещение вариантов в повторениях – систематическое. Повторность – 3-кратная. Размер делянок – 100 м². Учётная площадь: динамики прироста надземной массы и сухого вещества 1 м². Способ посева – рядовой с междурядьем 15 см. Учёт урожайности зелёной массы и сухого вещества проводили в фазы бутонизации и образования бобов.

Оборудование и технические средства. При выполнении агротехнических работ использовали сельскохозяйственную технику: трактора МТЗ 1221 (Белоруссия), Т-25, плуг ПН-4-35, сеялка СН-16, кольчатые катки, бороны зубовые (Россия).

Использовалось лабораторное оборудование: мельница для измельчения почвенных образцов, шкаф сушильный, мельница для измельчения растительных образцов, бур Качинского для отбора почвенных образцов, весы ВЛК-500, весы площадочные (Россия).

Статистическая обработка. Полученные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа по методике Б. А. Доспехова [9].

Результаты исследований.

Влияние нормы высева на урожайность зелёной массы и сухого вещества гороха в годы исследований различалось и зависело от особенностей сортов и сроков уборки. В 2015 г. существенное увеличение урожайности отмечено при уборке в фазу бутонизации у сорта Самариус – при норме высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га – 1,7 т с 1 га по сравнению с контролем (1,0 млн всхожих семян). В фазу образования бобов наблюдалась тенденция увеличения урожайности у обоих сортов на 0,8-1,0 т с 1 га при снижении нормы высева до 0,6 млн всхожих семян на 1 га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность надземной массы в зависимости от нормы высева, т с 1 га

Наименование сорта	Норма высева, млн всхожих семян на 1 га	Урожайность, т с 1 га							
		зелёной массы				сухого вещества			
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее	2015 г.	2016 г.	2017 г.	среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Фаза бутонизации (1-й срок уборки)									
Самариус	0,6	6,2	9,8	6,9	7,6	1,1	2,8	1,1	1,7
	0,8	6,6	11,5	9,2	9,1	1,3	3,1	1,5	2,0
	1,0	6,3	10,6	7,7	8,2	1,4	3,0	1,2	1,9
	1,2	6,8	11,5	9,4	9,2	1,5	3,3	1,5	2,1
	1,4	8,0	12,4	11,2	10,5	1,5	3,6	1,8	2,3
Флагман 12	0,6	6,5	10,9	7,5	8,3	1,6	2,9	1,1	1,9
	0,8	6,7	10,1	6,7	7,8	1,1	2,8	1,0	1,6
	1,0	7,0	9,9	8,0	8,3	1,6	2,8	1,4	1,9
	1,2	6,8	10,0	8,4	8,4	1,6	2,9	1,3	1,9
	1,4	6,7	10,4	8,3	8,5	1,4	3,1	1,4	2,0
НСР ₀₅		1,3	1,91	1,96		0,33	0,41	0,29	

Продолжение 1 таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Фаза образования бобов (2-й срок уборки)							
Самариус	0,6	8,0	15,0	14,7	12,6	1,8	3,6	3,0	2,8
	0,8	7,0	14,0	11,9	11,0	1,7	3,4	2,4	2,5
	1,0	7,0	16,5	13,9	12,5	1,7	3,6	2,9	2,7
	1,2	7,2	13,5	14,8	11,8	1,5	3,2	3,1	2,6
	1,4	7,6	14,5	14,5	12,2	1,6	3,2	3,1	2,6
Флагман 12	0,6	8,0	15,3	16,4	13,2	1,7	3,0	3,1	2,6
	0,8	7,0	10,8	11,6	9,8	1,5	3,0	2,3	2,3
	1,0	7,2	14,5	13,3	11,7	1,6	3,1	2,7	2,5
	1,2	7,0	11,8	13,8	10,9	1,7	3,5	3,0	2,7
	1,4	6,8	14,7	15,2	12,2	1,7	3,3	3,0	2,7
НСР ₀₅		1,4	3,69	3,09		0,29	0,47	0,58	

По урожайности сухого вещества разница между вариантами была несущественна.

В 2016 г. урожайность зелёной массы существенно не менялась в зависимости от нормы высева как в фазу бутонизации, так и в фазу образования бобов.

У сорта Самариус в фазу бутонизации наблюдалась тенденция увеличения урожайности уборочной влажности с увеличением нормы высева. В варианте с нормой высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га она составила 12,4 т с 1 га, тогда как в варианте с нормой высева 1,0 млн (контроль) – 10,6 т с 1 га.

Урожайность сухого вещества у сорта Самариус существенно увеличилась в фазу бутонизации при норме высева 1,4 млн всхожих семян по сравнению с контролем (1,0 млн) на 0,6 т с 1 га и составила 3,6 т с 1 га. У сорта Флагман 12 лишь в фазу образования бобов увеличение нормы высева с 0,6...0,8 до 1,2 млн всхожих семян на 1 га повышало урожайность сухого вещества на 0,5 т с 1 га.

В 2017 г. урожайность зелёной массы при уборке в фазу бутонизации у сорта Самариус увеличилась в варианте с нормой высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га по сравнению с контролем (1,0 млн) на 3,5 т с 1 га. У сорта Флагман 12 разница по урожайности зелёной массы между вариантами была несущественной.

В фазу образования бобов существенных различий по урожайности зелёной массы в зависимости от нормы высева не отмечено ни по одному сорту.

Урожайность сухого вещества в фазу бутонизации увеличилась у сорта Самариус при норме высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га по сравнению с контролем (1,0 млн) на 0,6 т с 1 га и составила 1,8 т с 1 га. У сорта Флагман 12 математически достоверных различий между вариантами не отмечено.

При уборке в фазу образования бобов нормы высева не оказывали существенное влияние на урожайность сухого вещества как сорта Самариус, так сорта Флагман 12.

В среднем за 3 года при увеличении нормы высева до 1,4 млн всхожих семян на 1 га отмечена тенденция увеличения урожайности надземной массы уборочной влажности и сухого вещества в фазу бутонизации у сорта Самариус, при снижении нормы высева до 0,6 млн – урожайности уборочной влажности в фазу образования бобов у сорта Флагман 12.

Обсуждение полученных результатов.

Зачастую потенциал продуктивности современных возделываемых сортов гороха не реализуется из-за сложившихся погодных условий и применения агротехники, не учитывающей особенности сортов.

Так, несмотря на то, что в 2015 г. количество выпавших за вегетацию осадков превышало их значения в 2016-2017 гг., урожайность надземной массы гороха была значительно ниже, так как среднесуточная температура была высокой, что создавало неблагоприятные условия для роста и развития культуры.

Влияние нормы высева на формирование надземной массы также зависело от погодных условий. Она оказывала влияние на урожайность зелёной массы и сухого вещества лишь в благоприятные для вегетации гороха годы.

Реакция сортов на изменение нормы высева также была различной: сорт Самариус увеличивал урожайность при увеличении нормы высева, сорт Флагман 12 – при снижении или слабо реагировал на её изменения.

Подобную реакцию гороха на изменение нормы высева отмечают и другие исследователи [3, 10].

Выводы.

Таким образом, при возделывании гороха в системе зелёного конвейера рекомендуется сеять сорт Самариус нормой высева от 1,0 до 1,4 млн, сорт Флагман 12 – 0,6-1,0 млн всхожих семян на 1 га.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0020)

Литература

1. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур за 2016 год (стат. бюллетень). Оренбург, 2017. 100 с.
2. Закрасовская Е.К. Эффективность сроков посева и норм высева гороха в условиях южной лесостепи Западной Сибири: сб. материалов XXIII науч.-техн. студ. конф. Омск, 2017. С. 14-17.
3. Столяров О.В. Влияние норм высева и гербицидов на показатели азотфиксирующей деятельности и урожайность современных сортов гороха // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 2. С. 46-49.
4. Авдеенко А.П. Влияние нормы высева на продуктивность гороха в условиях Ростовской области // Успехи современной науки. 2015. № 3. С. 49-52.
5. Перспективные зернобобовые культуры в условиях степной зоны Оренбургской области / А.П. Будилов, В.Н. Соловьёва, Н.И. Воскобулова Р.Ш. Ураскулов // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 3(91). С. 114-119.
6. Продуктивность гороха в Оренбургской области / А.П. Будилов, Н.И. Воскобулова, В.Н. Соловьёва, А.И. Катюк // Актуальные вопросы современного земледелия: опыт, проблемы, перспективы: материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. академика РАСХН Н.С. Немцева (30 октября 2015 г., Ульяновск). Ульяновск: УлГТУ, 2015. С. 32-36.
7. Сорта гороха селекции Самарского НИИСХ для пищевых и кормовых целей / А.И. Катюк, А.Е. Зубов, О.А. Майстренко, А.П. Будилов, Н.И. Воскобулова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 4(3). С. 505-509.
8. Зубов А.Е., Катюк А.И. Технология возделывания гороха в Среднем Поволжье (практ. руководство). Самара: СамНЦ РАН, 2012. 52 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Бабушкин В.М. Основы агротехники возделывания зернобобовых культур в восточных районах Ростовской области в связи с их биологическими особенностями. Волгоград, 1968. 16 с.

Воскобулова Надежда Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологий кормовых культур, и. о. по управлению отделом ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-00-23, e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Соловьёва Валентина Николаевна, 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)71-00-23

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 29 мая 2018 года

UDC 633.358:631.5

Voskobulova Nadezhda Ivanovna, Solovyova Valentina Nikolaevna, Uraskulov Ruslan Shamilyevich
FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Herbage and dry matter yield depending on the pea sowing rate

Summary. The article provide the results of researches on influence of sowing rate on the yield of herbage and dry matter of pea.

To increase the pea yield along with the increase in the area under cultivation of new varieties with an increased content of protein and essential amino acids, it is also necessary to improve the its cultivation technology. The selection of optimal sowing rates for new pes varieties in the arid climate of the Orenburg region is relevant.

The studies were carried out on two pea varieties of Samara Agricultural Research Institute of different morphotype: Samarius variety – leafless indeterminate, Flagman-12 variety – leafless determinant. Sowing rates from 0.6 to 1.4 million germinated seeds per hectare were studied with the difference between the variants of 0.2 million during the field experiments. The yield of herbage and dry matter was determined in two periods of harvesting: the budding phase and the bean formation phase.

During the study the reliable deviations in the herbage and dry matter yield depending on the sowing rate were noted in certain years. The reaction of varieties to the sowing rate change was different. On average, for 3 years, with an increase of the sowing rate up to 1.4 million of germinated seeds per ha, a tendency to increase the yield of aboveground mass of harvesting moisture and dry matter during the budding phase in the Samarius variety has been observed. For Flagman-12 variety, when the sowing rate was reduced to 0.6 million of germinated seeds per 1 hectare, the yield of harvesting moisture increased during the bean production phase.

Based on the results it is recommended for pea cultivation to set the sowing rate using green conveyor system at 1.0 to 1.4 million for Samarius variety, 0.6-1.0 million germinated seeds per hectare for Flagman-12 variety.

Key words: pea, variety, yield, herbage, dry matter, Samarius, Flagman-12.

УДК 633.15:631.8:636.085:636.086.15

Роль азотного удобрения в повышении урожая и кормовой ценности зерна гибридов кукурузы

И.Н. Иващенко, В.Н. Багринцева

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»

Аннотация. В полевом опыте на чернозёме обыкновенном карбонатном изучена реакция 10 гибридов кукурузы разных групп спелости на азотное удобрение. Установлено, что гибриды различаются между собой по прибавке урожая зерна. Выявлено, что в среднем за 2014-2015 гг. наиболее отзывчивым из раннеспелой группы был гибрид Машук 170 МВ, его урожайность зерна увеличилась на 0,21 т/га, среднеранней группы – Машук 220 МВ (0,49 т/га), среднеспелой группы – Машук 355 МВ (0,57 т/га) и среднепоздний гибрид Бештау (0,69 т/га). Высоким содержанием переваримого протеина отличались гибриды Машук 170 МВ, Машук 175 МВ и Машук 350 МВ. Наибольшее увеличение содержания в 1 кг зерна и выхода с 1 гектара переваримого протеина за счёт удобрения отмечено у гибрида Машук 170 МВ (10,3 г/кг и 0,08 т/га), Машук 390 МВ (9,4 г/кг и 0,10 т/га), Машук 355 МВ (7,8 г/кг и 0,09 т/га) и Бештау (6,4 г/кг и 0,09 т/га). Наибольший выход обменной энергии получен с урожаем гибрида Ньютон (N0 – 96,28 ГДж/га и N60 – 98,62 ГДж/га), Машук 355 МВ (N0 – 93,50 ГДж/га и N60 – 101,63 ГДж/га), Машук 390 МВ (N0 – 96,87 ГДж/га и N60 – 103,54 ГДж/га), Бештау (N0 – 106,98 ГДж/га и N60 – 114,44 ГДж/га). Азотное удобрение обеспечило существенное увеличение выхода обменной энергии зерна всех гибридов кукурузы, за исключением гибрида Машук 350 МВ. Существенно увеличился сбор кормовых единиц с урожаем зерна гибридов Машук 220 МВ (0,48 тыс./га), Машук 250 СВ (0,34 тыс./га), Машук 355 МВ (0,87 тыс./га), Машук 390 МВ (0,69 тыс./га) и Бештау (0,62 тыс./га), кормопротеиновых единиц – Машук 170 МВ (0,56 тыс./га), Машук 175 МВ (0,42 тыс./га), Ньютон (0,37 тыс./га), Машук 220 МВ (0,62 тыс./га), Машук 250 СВ (0,49 тыс./га), Машук 355 МВ (0,97 тыс./га), Машук 360 МВ (0,46 тыс./га), Машук 390 МВ (0,93 тыс./га) и Бештау (0,83 тыс./га).

Ключевые слова: кукуруза, гибрид, азотное удобрение, урожай зерна, переваримый протеин, кормовые единицы, кормопротеиновые единицы, обменная энергия.

Введение.

Основой эффективного развития животноводства является кормовая база. Она должна в полной мере удовлетворять потребность отрасли, прежде всего в натуральных, высококачественных кормах, полученных от выращивания сельскохозяйственных растений.

Кукуруза – одна из ведущих высокоурожайных зерновых культур универсального использования в кормопроизводстве. Зерно кукурузы обладает прекрасными кормовыми достоинствами, превосходит ячмень и пшеницу по содержанию кормовых единиц (1,34). В биохимическом составе зерна на долю безазотистых экстрактивных веществ приходится 65-70 %, белка – 9-12 %, жира – 4-5 %, клетчатки – 1-2 % [1-4].

Следует отметить, что содержание основных нутриентов в большей или меньшей степени подвержено изменению и зависит от почвенно-климатических условий и агротехники, где удобрениям отведена основная роль. Усановой З.И. и Шальновым И.В. установлено, что усиление фона минерального питания (N280P200K233) улучшает качество зелёной массы кукурузы, увеличивает сбор кормовых единиц с гектара [5]. Использование регуляторов роста на кукурузе также способствует повышению питательной и энергетической ценности зерна [6]. Отмечено, что первостепенное значение в повышении урожайности и качества зерна имеют азотные удобрения [1].

Цель исследования.

Изучить влияние азотного удобрения на урожай, химический состав и кормовую ценность зерна гибридов кукурузы различных сроков созревания.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Гибриды кукурузы разных групп спелости селекции института: раннеспелые – Машук 170 МВ, Машук 175 МВ; среднеранние – Ньютон, Машук 220 МВ, Машук 250 СВ; среднеспелые – Машук 350 МВ, Машук 355 МВ, Машук 360 МВ, Машук 390 МВ и среднепоздний – Бештау.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Опытное поле находится в зоне достаточного увлажнения Ставропольского края. Почвенный покров представлен чернозёмом обыкновенным карбонатным тяжелосуглинистым с содержанием гумуса около 4,5 %.

Метеорологические условия в годы проведения опыта были различными. В 2014 г. начало вегетационного периода кукурузы можно охарактеризовать как благоприятное по условию увлажнения. В мае и июне количество выпавших осадков составило 129 и 107 мм, что превысило среднемноголетние значения на 49 и 20 мм. Со второй декады июля до конца августа наблюдался засушливый период, в июле отмечен дефицит осадков в размере 35 мм, в августе – 44 мм. За весь вегетационный период (май-сентябрь) осадков выпало 367 мм, что больше среднего многолетнего количества на 24 мм. Среднесуточная температура воздуха за май-сентябрь составила +18,9 °С и находилась на уровне среднемноголетней.

Погодные условия 2015 г. были неблагоприятными для кукурузы. За май-сентябрь выпало 286 мм осадков, дефицит составил 57 мм. Количество выпавших осадков в мае (105 мм) и июне (104 мм) превысило среднее многолетнее значение на 26 и 17 мм. В дальнейшем наблюдался засушливый период, который совпал с фазой цветения и налива зерна. В июле выпало 3 мм осадков, что на 68 мм меньше среднемноголетнего количества. В августе осадков тоже было мало (14 мм), что меньше нормы на 45 мм. Среднесуточная температура воздуха за май-сентябрь составила +18,3 °С и находилась на уровне среднемноголетней.

В среднем за 2014-2015 гг. в слое почвы 0-20 см (фаза 5 листьев кукурузы) содержание подвижного фосфора по Мачигину составило 16 мг/кг, калия по Мачигину – 260 мг/кг, что соответствует средней обеспеченности. Внесение аммиачной селитры повысило содержание нитратного азота в почве, в варианте N0 составило 18,4; N60 – 31,1 мг/кг. В контроле без удобрения обеспеченность почвы азотом была низкой, N60 – средней.

Схема эксперимента. Экспериментальная работа проводилась в 2014-2015 гг. в Ставропольском крае на опытном поле Всероссийского НИИ кукурузы. Гибриды выращивали на двух фонах: 1 – контроль без удобрения, 2 – N60. Азот вносили в форме аммиачной селитры весной под первую культивацию. Общая площадь делянки – 19,6 м² (7,0 м×2,8 м), повторность – трёхкратная.

Предшественник – озимая пшеница, высеваемая после сои. Обработка почвы – отвальная. Сев кукурузы провели в 2014 г. 29 апреля, 2015 г. – 28 апреля ручными сажалками. В фазе 2-3 листьев сформировали оптимальную густоту стояния растений: для раннеспелых гибридов кукурузы – 80 тыс. шт./га; среднеранних – 70 тыс. шт./га; среднеспелых – 60 тыс. шт./га и среднепозднего – 55 тыс. шт./га. Для защиты от сорных растений после посева кукурузы участок обработали почвенным гербицидом Аденго с нормой расхода препарата 0,5 л/га.

Учёты и наблюдения выполняли в соответствии с методикой ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ [7]. Расчёт кормовых и энергетических показателей зерна осуществляли по методике ВАСХНИЛ [8].

Урожайность зерна пересчитывали на кондиционную 14 %-ную влажность.

Оборудование и технические средства. При выполнении агротехнических работ использовали сельскохозяйственную технику: тракторы (МТЗ-82 (Белоруссия), К-701), плуг ПТК-9-35, борона БДТ-7, культиваторы (КПС-4, КРН-5,6), сеялка СУПН-8 (Россия), опрыскиватель ОП-2000 (Россия).

Химический состав (протеин, жир, сахар, крахмал, клетчатка, зола) в зерне гибридов кукурузы определяли методом спектроскопии в ближней инфракрасной области с использованием анализатора «Инфралюм ФТ-12» («Люмекс», г. Санкт-Петербург) в лаборатории качества и переработки кукурузы ВНИИ кукурузы.

Использовалось российское лабораторное оборудование: молотилка для обрушивания початков кукурузы, влагомер для определения влажности зерна, весы электронные настольные, бур Качинского для отбора почвенных образцов.

Статистическая обработка. Обработку полученных данных провели по методике Б.А. Доспехова [9].

Результаты исследования.

Азотное удобрение в оба года исследований обеспечило рост урожайности зерна гибридов кукурузы.

В 2014 г. по 7 гибридам из 10 получены достоверные прибавки от внесения N60. Прибавки составили: на гибриде Машук 170 МВ – 4 %; Машук 220 МВ, Машук 250 СВ, Машук 390 МВ – 6 %; Машук 355 МВ, Машук 360 МВ – 8 % и Бештау – 12 %. Ньютон и Машук 350 МВ дали наименьшие прибавки (2 %), а Машук 175 МВ в варианте с удобрением дал урожай зерна на уровне с контролем. Наибольшее увеличение урожайности зерна от азотного удобрения в 2015 г. наблюдали у среднеранних гибридов Ньютон (на 7 %), Машук 220 МВ (на 9 %), среднеспелых – Машук 355 МВ и Машук 390 МВ (на 8 %).

В среднем за 2 года исследований максимальную прибавку урожайности зерна (7,9 и 8,5 %) дали гибриды Машук 355 МВ и Бештау. Можно также отметить, что за счёт внесения азотного удобрения прибавка в пределах 3-7 % была получена по гибридам: Машук 170 МВ, Машук 175 МВ, Ньютон, Машук 220 МВ, Машук 250 СВ, Машук 360 МВ, Машук 390 МВ. Урожайность гибрида кукурузы Машук 350 МВ на фоне N60 осталась на уровне контроля (табл. 1).

Таблица 1. Влияние азотного удобрения на урожайность зерна гибридов кукурузы, в среднем за 2014-2015 гг.

Гибрид	Урожай, т/га		Прибавка	
	N0	N60	т/га	%
Машук 170 МВ	6,29	6,50	0,21	3,3
Машук 175 МВ	6,57	6,76	0,19	2,9
Ньютон	7,28	7,58	0,30	4,1
Машук 220 МВ	6,56	7,05	0,49	7,5
Машук 250 СВ	6,57	6,96	0,39	5,9
Машук 350 МВ	5,78	5,83	0,05	0,9
Машук 355 МВ	7,17	7,74	0,57	7,9
Машук 360 МВ	6,80	7,09	0,29	4,3
Машук 390 МВ	7,33	7,82	0,49	6,7
Бештау	8,12	8,81	0,69	8,5
НСР _{0,05} , т/га			0,15	

Азотное удобрение в дозе N60 оказывало неоднозначное влияние на показатели качества зерна гибридов кукурузы.

Наибольшее влияние азот оказал на протеин. Его содержание в зерне гибридов варьировало в варианте без удобрения (N0) от 7,91 до 10,20 %, с внесением азотного удобрения (N60) – от 8,56 до 11,35 %. Высокое содержание протеина установлено в зерне гибридов: Машук 170 МВ (9,43-12,00 %), Машук 350 МВ (9,04-11,07 %), Машук 175 МВ (9,06-10,87 %).

Содержание крахмала в зерне разных гибридов колебалось при N0 от 63,52 до 73,66 %, N60 – от 61,99 до 71,08 %, наибольшее его количество выявлено у гибрида Бештау (69,61-73,66 %). Содержание жира находилось в варианте без удобрения в пределах 3,52-4,75 %, в варианте с внесением азотного удобрения – 3,83-4,66 %, причём больше всего жира содержалось в зерне гибрида Машук 390 МВ (4,51-4,84 %) и Машук 170 МВ (4,13-4,75 %). Сахара в зерне гибридов кукурузы в варианте

N0 было от 1,75 до 3,14 %, N60 – от 1,58 до 2,97 %. Наибольшее содержание золы (1,13-1,26 %) и клетчатки (1,68-1,94 %) обнаружено в зерне гибрида Машук 170 МВ, наименьшее (0,63-1,10% и 0,81-1,21 %) – соответственно гибрида Бештау [10].

В среднем за 2014-2015 гг. азотное удобрение оказало наибольшее влияние на увеличение содержания протеина в зерне кукурузы гибрида Машук 390 МВ (на 1,08 %) и Машук 170 МВ (1,15 %). У остальных гибридов за счёт удобрения его больше стало на 0,32-0,85 % (табл. 2).

Таблица 2. Влияние азотного удобрения на химический состав зерна гибридов кукурузы (%), в среднем за 2014-2015 гг.

Гибрид	Зола		Протеин		Жир		Сахар		Крахмал		Клетчатка	
	N0	N60	N0	N60	N0	N60	N0	N60	N0	N60	N0	N60
Машук 170 МВ	1,17	1,24	10,20	11,35	4,48	4,40	2,25	2,24	65,23	63,26	1,78	1,90
Отклонение	+0,07		+1,15		-0,08		-0,01		-1,97		+0,12	
Машук 175 МВ	0,98	1,06	9,74	10,57	4,00	4,01	2,28	2,56	66,70	65,75	1,46	1,61
Отклонение	+0,08		+0,83		+0,01		+0,28		-0,95		+0,15	
Ньютон	0,96	1,12	8,76	9,43	4,25	4,03	2,36	2,08	67,41	68,29	1,40	1,52
Отклонение	+0,16		+0,67		-0,22		-0,28		+0,88		+0,12	
Машук 220 МВ	0,89	1,06	9,09	9,66	4,13	4,09	2,48	1,86	68,79	68,06	1,21	1,47
Отклонение	+0,17		+0,57		-0,04		-0,62		-0,73		+0,26	
Машук 250 СВ	1,00	1,12	9,34	9,88	4,20	4,12	2,37	1,77	67,62	68,82	1,52	1,59
Отклонение	+0,12		+0,54		-0,08		-0,60		+1,20		+0,07	
Машук 350 МВ	0,90	1,02	9,88	10,20	3,80	3,87	2,55	2,19	65,86	65,63	1,41	1,52
Отклонение	+0,12		+0,32		+0,07		-0,36		-0,23		+0,11	
Машук 355 МВ	0,92	0,89	8,74	9,59	3,78	3,79	2,28	2,20	68,42	66,92	1,29	1,31
Отклонение	-0,03		+0,85		+0,01		-0,08		-1,50		+0,02	
Машук 360 МВ	0,86	0,99	9,26	9,95	4,20	4,19	2,40	2,38	69,97	68,96	1,22	1,35
Отклонение	+0,13		+0,69		-0,01		-0,02		-1,01		+0,13	
Машук 390 МВ	0,88	0,91	8,48	9,56	4,57	4,71	2,14	2,30	70,16	69,34	1,25	1,32
Отклонение	+0,03		+1,08		+0,14		+0,16		-0,82		+0,07	
Бештау	0,68	0,91	7,91	8,56	3,86	3,94	2,27	2,14	72,67	69,61	0,84	1,13
Отклонение	+0,23		+0,65		+0,08		-0,13		-3,06		+0,29	

Как показали наши исследования, содержание протеина в зерне гибридов кукурузы изменяется не только от внесённого азотного удобрения, но и в зависимости от погодных условий периода вегетации. Так, в 2014 г. протеина в зерне было больше по сравнению с 2015 г. Как отмечает С. Крамарев [11], среди климатических факторов в наибольшей мере влияет на содержание белка условия увлажнения в период налива зерна. В августе 2014 г. осадков выпало на 1,2 мм больше, чем за тот же месяц 2015 г. Однако распределение их было неравномерным, все осадки в 2014 г. выпали во второй декаде августа.

В меньшей степени азотное удобрение повлияло на содержание жира, сахара, крахмала, золы и клетчатки.

В среднем за 2014-2015 гг. значительное увеличение жира в зерне за счёт удобрения отмечено только на гибриде Машук 390 МВ (на 0,14 %). Содержание крахмала повысилось у гибрида Ньютон на 0,88 %, Машук 250 СВ – на 1,20 %. Сахар увеличился у гибрида Машук 390 МВ на 0,16 % и Машук 175 МВ – на 0,28 %. У остальных гибридов их содержание от азота снижалось или находилось на уровне контроля.

В среднем за два года исследований от азотного удобрения содержание золы в зерне гибрида Машук 220 МВ увеличилось на 0,17 %, а клетчатки – на 0,26 %, гибрида Бештау – на 0,23 и 0,29 % соответственно. У других изученных гибридов кукурузы изменение содержания золы и клетчатки были менее значительными.

Увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных в значительной мере зависит от содержания питательных веществ и концентрации энергии в единице сухого вещества производимых кормов.

В среднем за 2014-2015 гг. высоким содержанием переваримого протеина отличались ран-неспелые гибриды кукурузы Машук 170 МВ и Машук 175 МВ, среднеспелый гибрид Машук 350 МВ. Его количество в 1 кг зерна по гибридам составило в варианте без удобрения 64,8; 60,7 и 62,1 г, N60 – 75,1; 67,8 и 65,0 г соответственно. Зерно среднепозднего гибрида Бештау обладало наименьшим содержанием этого показателя (табл. 3).

Таблица 3. Кормовая и энергетическая ценность зерна гибридов кукурузы, в среднем за 2014-2015 гг.

Гибрид	Вариант	Переваримый протеин (ПП)		Обменная энергия, ГДж/га	Кормовые единицы (КЕ), тыс./га	Кормо-протеиновые единицы (КПЕ), тыс./га	Приходится ПП на 1 КЕ, г
		г/кг	т/га				
Машук 170 МВ	N0	64,8	0,41	82,68	8,81	6,85	46,3
	N60	75,1	0,49	84,99	8,97	7,41	54,4
Машук 175 МВ	N0	60,7	0,40	86,30	9,20	6,99	43,4
	N60	67,8	0,46	88,18	9,33	7,41	49,1
Ньютон	N0	52,0	0,38	96,28	10,34	7,44	36,6
	N60	57,6	0,44	98,62	10,38	7,81	42,0
Машук 220 МВ	N0	54,4	0,36	86,62	9,25	6,77	38,6
	N60	59,6	0,42	92,00	9,73	7,39	43,2
Машук 250 СВ	N0	56,9	0,37	86,63	9,26	6,87	40,4
	N60	61,2	0,43	90,69	9,60	7,36	44,3
Машук 350 МВ	N0	62,1	0,36	75,89	8,09	6,20	44,4
	N60	65,0	0,38	76,17	8,05	6,30	47,1
Машук 355 МВ	N0	51,7	0,37	93,50	9,89	7,17	37,5
	N60	59,5	0,46	101,63	10,76	8,14	42,8
Машук 360 МВ	N0	55,6	0,38	89,83	9,66	7,10	39,2
	N60	61,8	0,44	92,84	9,86	7,56	44,5
Машук 390 МВ	N0	48,8	0,36	96,87	10,41	7,35	34,4
	N60	58,2	0,46	103,54	11,10	8,28	41,0
Бештау	N0	43,5	0,35	106,98	11,45	7,84	30,9
	N60	49,9	0,44	114,44	12,07	8,67	36,4
НСР _{0,05}		1,6	0,02	1,86	0,21	0,19	1,0

Необходимо отметить, что внесённое азотное удобрение существенно повысило содержание и выход переваримого протеина в зерне гибридов кукурузы. Наибольшее увеличение содержания в 1 кг зерна и выход с 1 гектара были у гибрида Машук 170 МВ (10,3 г/кг и 0,08 т/га), Машук 390 МВ (9,4 г/кг и 0,10 т/га), Машук 355 МВ (7,8 г/кг и 0,09 т/га) и Бештау (6,4 г/кг и 0,09 т/га). Гибрид кукурузы Машук 350 МВ дал самую низкую прибавку переваримого протеина.

Высокий сбор энергии с урожаем зерна обеспечили гибриды: среднеранний – Ньютон, среднеспелые – Машук 355 МВ и Машук 390 МВ, среднепоздний – Бештау. Выход обменной энергии с урожаем в варианте N0 составил 93,50 ГДж/га (Машук 355 МВ); 96,28 (Ньютон); 96,87 (Машук 390 МВ); 106,98 (Бештау), N60 – 101,63; 98,62; 103,54; и 114,44 ГДж/га соответственно. Меньше всего обменной энергии содержалось в зерне среднеспелого гибрида Машук 350 МВ (на контроле – 75,89 ГДж/га, в варианте с удобрением – 76,17 ГДж/га). Отмечено, что азотное удобрение оказало существенное влияние на увеличение выхода обменной энергии зерна всех гибридов кукурузы, за исключением гибрида Машук 350 МВ.

Наибольшая урожайность зерна гибридов кукурузы Ньютон, Машук 355 МВ, Машук 390 МВ, Бештау обеспечила наибольший выход кормовых и кормопротеиновых единиц (КЕ и КПЕ) с 1 га. В варианте без удобрения содержание КЕ в урожае зерна по гибридам составило 10,34; 9,89; 10,41; 11,45, КПЕ – 7,44; 7,17; 7,35; 7,84. Азот повысил выход КЕ у гибрида Ньютон на 0,04 тыс./га, Машук 355 МВ – на 0,87 тыс./га, Машук 390 МВ – на 0,69 тыс./га и Бештау – на 0,62 тыс./га; КПЕ – на 0,37; 0,97; 0,93 и 0,83 тыс./га соответственно. Азотное удобрение способствовало существенному увеличению сбора КЕ с зерном гибридов Машук 220 МВ, Машук 250 СВ, Машук 355 МВ, Машук 390 МВ и Бештау, КПЕ – Машук 170 МВ, Машук 175 МВ, Ньютон, Машук 220 МВ, Машук 250 СВ, Машук 355 МВ, Машук 360 МВ, Машук 390 МВ и Бештау.

Максимальная обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином наблюдалась в зерне раннеспелых гибридов кукурузы Машук 170 МВ и Машук 175 МВ, а также среднеспелого – Машук 350 МВ. За счёт азотного удобрения в одной кормовой единице существенно увеличилось содержание переваримого протеина в зерне гибрида Машук 350 МВ на 2,7 г, Машук 250 СВ – на 3,9 г, Машук 220 МВ – на 4,6 г, Машук 355 МВ и Машук 360 МВ – на 5,3 г, Ньютон – на 5,4 г, Бештау – на 5,5 г, Машук 175 МВ – на 5,7 г, Машук 390 МВ – 6,6 г, Машук 170 МВ – на 8,1 г.

Обсуждение полученных результатов.

Кукурузное зерно играет важную роль в рационе сельскохозяйственных животных. Богатый химический состав обуславливает его высокую пищевую и энергетическую ценность. Переваримость зерна кукурузы крупным рогатым скотом достигает 90 %, а калорийность выше, чем других зерновых [11]. Поэтому перед производством стоит задача добиться повышения урожайности и кормовой ценности, выхода обменной энергии с урожаем.

Химический состав и питательная ценность кукурузного зерна во многом определяются генотипическими особенностями гибридов [12]. По данным Жужукина В.И. с соавторами, в условиях Поволжья у сортообразцов кукурузы наблюдалось значительное варьирование биохимических показателей зерна (сырого протеина, жира, клетчатки, золы, БЭВ) [13].

Как показали наши исследования, на повышение биохимических показателей, энергетической и кормовой ценности зерна большое влияние оказывают как генотипические особенности гибрида, так и азотное удобрение. Гибриды различаются между собой по содержанию основных нутриентов. Кроме того, азотное удобрение положительно влияет на содержание сырого и переваримого протеина в зерне, с ростом урожайности гибридов увеличивается выход обменной энергии, сбор кормовых и кормопротеиновых единиц.

При выборе гибридов кукурузы для возделывания на зерно нужно учитывать агроклиматическую зону выращивания. Раннеспелые и среднеранние гибриды подойдут для северных и центральных регионов России, среднеспелые и среднепоздние – для южных. Проведённая нами сравнительная оценка гибридов кукурузы различных сроков созревания позволит выбрать для потребности животноводства наиболее урожайные, с высокими показателями кормового качества и обменной энергии.

Выводы.

1. Изученные гибриды кукурузы различались по кормовой ценности зерна. Высоким содержанием переваримого протеина в зерне и обеспеченностью кормовой единицы переваримым протеином отличались гибриды кукурузы Машук 170 МВ, Машук 175 МВ и Машук 350 МВ.

2. Внесение аммиачной селитры (N60) оказывало положительное влияние на урожайность, питательную и кормовую ценность зерна гибридов кукурузы.

3. Гибриды проявили разную отзывчивость на азотное удобрение, наибольшие прибавки урожая зерна отмечены у гибридов Машук 170 МВ, Машук 220 МВ, Машук 355 МВ и Бештау.

4. На фоне применения азотного удобрения наибольший выход обменной энергии, кормовых и кормопротеиновых единиц с урожаем зерна обеспечивали гибриды Ньютон, Машук 355 МВ, Машук 390 МВ и Бештау. В виду низкой урожайности и прибавки зерна от азотного удобрения гибрид Машук 350 МВ дал наименьший выход переваримого протеина, обменной энергии, кормовых и кормопротеиновых единиц.

Литература

1. Кукуруза / Д. Шпаар, К. Гинапп, Д. Дрегер и др. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2010. 390 с.
2. Яхтанигова Ж.М., Кокова В.М. Химический состав и питательная ценность зерна и листостебельной массы различных подвидов кукурузы // Новые технологии. 2008. Вып. 5. С. 58-61.
3. Урожайность, химический состав и питательность зерна гибрида Делитоп в условиях южной зоны Оренбуржья / Ю.В. Соколов, К.В. Горбунов, О.С. Гречишкина, С.И. Гридасов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 4. № 32-1. С. 71-73.
4. Будилов А.П., Воскобулова Н.И. Продуктивность и кормовая ценность зернофуражных культур в степной зоне Южного Урала // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2(76). С. 88-92.
5. Усанова З.И., Шальнов И.В. Влияние фона минерального питания и густоты стояния на величину и качество урожая раннеспелого гибрида кукурузы в Верхневолжье // Кормопроизводство. 2013. № 2. С. 21-23.
6. Волков А.И., Кириллов Н.А., Прохорова Л.Н. Способ повышения урожайности, питательной и энергетической ценности зерна кукурузы // Кормопроизводство. 2013. № 7. С. 16-17.
7. Методические рекомендации по проведению полевых опытов с кукурузой. Днепропетровск: ВНИИ кукурузы ВАСХНИЛ, 1980. 54 с.
8. Методические рекомендации по биоэнергетической оценке севооборотов и технологий выращивания кормовых культур. М.: ОНК ВАСХНИЛ, 1989. 72 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
10. Ивашененко И.Н., Багринцева В.Н., Мартирисян В.В. Изменение химического состава зерна кукурузы при применении азотного удобрения // Кукуруза и сорго. 2017. № 3. С. 19-23.
11. Крамарев С. Пути повышения биохимических показателей качества зерна кукурузы [Электронный ресурс] url: <http://agrocart.cjm/3280/puti-povysheniya-bioximicheskix-pokazatelej-kachestva-zerna-kukuruzy> (дата посещения 15.07.2013 г.).
12. Волков А.И. Кормовая ценность зерна гибридов кукурузы // Сборник научных трудов ВНИИ овцеводства и козоводства. 2015. Т. 1. № 8. С. 48-51.
13. Жужукин В.И., Гудова Л.А., Зайцев С.А. Биохимическая оценка сортообразцов кукурузы // Кукуруза и сорго. 2012. № 3. С. 3-7.

Ивашененко Иван Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии возделывания кукурузы ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 146, тел.: 8(8793)97-60-67, e-mail: ivan-grass@mail.ru

Багринцева Валентина Николаевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, и. о. заведующего отделом технологии возделывания кукурузы ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы», 357528, г. Пятигорск, ул. Ермолова, 146, тел.: 8(8793)97-60-67, e-mail: maize-techno@mail.ru

Поступила в редакцию 10 апреля 2018 года

UDC 633.15:631.8:636.085:636.086.15

Ivashenenko Ivan Nikolaevich, Bagrintseva Valentina Nikolaevna

FSBSI «All-Russian Research Institute of Corn», e-mail: maize-techno@mail.ru

The role of nitrogen fertilizer in increasing the yield and fodder value of corn hybrids grain

Summary. During the field experiment on ordinary carbonate chernozem the reaction to a nitrogen fertilizer of 10 corn hybrids of different maturing groups was studied. It was established that hybrids differ in increment of grain yield. It was revealed that on average the most responsive hybrid of the early ripening group was the hybrid Mashuk 170 MV for 2014-2015 years, its grain yield increased by 0.21 t/ha, among

the mid-early group – Mashuk 220 MV (0.49 t/ha), among the mid ripening group – Mashuk 355 MV (0.57 t/ha) and the mid-late – the hybrid Beshtau (0.69 t/ha). Such hybrids as Mashuk 170 MV, Mashuk 175 MV and Mashuk 350 MV was with the high content of digestible protein. The largest content increase of digestible protein in 1 kg of grain and the output from 1 ha due to fertilization was in the hybrid Mashuk 170 MV (10.3 g/kg and 0.08 t/ha), Mashuk 390 MV (9.4 g/kg and 0.10 t/ha), Mashuk 355 MV (7.8 g/kg and 0.09 t/ha) and Beshtau (6.4 g/kg and 0.09 t/ha). The most output of metabolizable energy was received after the yield of the Newton hybrid (N0 – 96.28 GJ/ha and N60 – 98.62 GJ/ha), Mashuk 355 MV (N0 – 93.50 GJ/ha and N60 – 101.63 GJ/ha), Mashuk 390 MB (N0 – 96.87 GJ/ha and N60 – 103.54 GJ/ha), Beshtau (N0 – 106.98 GJ/ha and N60 – 114.44 GJ/ha). Nitrogen fertilizer provided a significant increase in the output of metabolizable energy of all corn hybrids grain with the exception for the hybrid Mashuk 350 MV. The harvest of fodder units significantly increased with the grain yield of hybrids Mashuk 220 MV (0.48 thousand/ha), Mashuk 250 SV (0.34 thousand/ha), Mashuk 355 MB (0.87 thousand/ha), Mashuk 390 MV (0.69 thousand/ha) and Beshtau (0.62 thousand/ha), fodder protein units – Mashuk 170 MV (0.56 thousand/ha), Mashuk 175 MV (0.42 thousand/ha), Newton (0.37 thousand/ha), Mashuk 220 MV (0.62 thousand/ha), Mashuk 250 SV (0.49 thousand/ha), Mashuk 355 MV (0.97 thousand/ha), Mashuk 360 MV (0.46 thousand/ha), Mashuk 390 MB (0.93 thousand/ha) and Beshtau (0.83 thousand/ha).

Key words: corn, hybrid, nitrogen fertilizer, grain yield, digestible protein, fodder units, fodder protein units, metabolizable energy.

УДК 633.1:631.41:551.5(470.56)

Влияние погодных факторов вегетации и фона питания на накопление нитратного азота в почве под сельскохозяйственными культурами на чернозёмах Оренбургского Предуралья

В.Ю. Скороходов

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

Аннотация. Представлены результаты изучения в длительном стационарном опыте накопления нитратного азота в почве в зависимости от выращиваемой сельскохозяйственной культуры, фона её питания и погодных факторов вегетации.

Установлено, что количество нитратного азота в почве под одними культурами заметно снижается ко времени их уборки в результате его использования на формирование урожая, под другими – не изменяется или же повышается.

В засушливые годы отсутствует эффект от применения минеральных удобрений. При формировании небольшой вегетативной надземной массы сельскохозяйственные растения (в частности, кукуруза на силос) используют меньшее количество продуктивной влаги метрового слоя.

По накоплению и сохранению нитратного азота в почве кукуруза на силос является хорошим предшественником для последующих культур, поскольку в её посевах установлено интенсивное накопление нитратного азота.

Методом множественной регрессии в посевах кукурузы на силос установлено существенное влияние на накопление нитратного азота количества выпавших осадков мая и июля. Доля этого влияния составляет 29 % и 9 % соответственно. Осадки мая и июля работают на повышение количества нитратного азота в посевах кукурузы без внесения минеральных удобрений.

На кукурузе отмечен также положительный эффект по накоплению в почве нитратного азота от совместного действия осадков и температуры воздуха июля.

Ключевые слова: кукуруза на силос, яровая твёрдая пшеница, просо, горох, яровая мягкая пшеница, нитратный азот, почва, гидротермический коэффициент, урожайность, продуктивная влага, удобрение, множественная регрессия.

Введение.

Запасы азота, фосфора и калия в почве являются важным фактором её плодородия. Растения используют азот в форме нитратов. По данным Ряховского А.В., общее содержание азота в почвах Оренбургской области составляет в зависимости от их типа и подтипа 0,15-0,50 % (4,5-15,0 т на 1 га в слое 0-30 см) [1].

Нитратный азот является самым мобильным среди основных питательных веществ. По мнению Крючкова А.Г. и др., содержание азота в почве зависит от её влажности, плотности и пористости, степени биологической активности, температуры воздуха, внесения удобрений [2].

Существенное влияние на содержание этого элемента в почве оказывает также фон питания и предшественник.

В засушливых условиях, при дефиците влажности почвы Лошаков В.Г. и Бесалиев И.Н. и др. отмечают огромную роль в мобилизации доступных форм питательных веществ жизнедеятельности почвенных микроорганизмов [3, 4].

В связи с тем, что нитратный азот в сравнении с фосфором и калием является мобильной формой, изучению этого элемента уделяется большое внимание.

Цель исследования.

Изучить влияние погодных факторов вегетации (количества атмосферных осадков, температуры воздуха, гидротермического коэффициента) и фона минерального питания на накопление нитратного азота в почве под различными сельскохозяйственными культурами севооборота.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Почва, сельскохозяйственные культуры (яровая твёрдая пшеница, кукуруза на силос, просо, горох, яровая мягкая пшеница).

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Территория землепользования входит в состав Оренбургского административного района и расположена в 20 км восточнее города Оренбурга, на правом берегу реки Урал, на юго-восточной окраине Оренбургского Предуралья.

Исследования проводились в многолетнем стационаре на чернозёме южном карбонатном среднесуглинистом. Уклон опытного участка не превышает 0,5-1,1°. В пахотном (0-30 см) слое почвы содержание гумуса составляет 3,2-4,0 %, общего азота – 0,20-0,30 %, доступного фосфора – 1,5-2,5 мг и обменного калия – 30-38 мг на 100 г. Реакция почвенного раствора – нейтральная и слабощелочная (рН – 7,0-8,0).

По характеру геолого-морфологического строения, природно-климатическим условиям, характеру почвообразовательных пород и почвенного покрова территория землепользования является типичной для зоны южных степей Оренбургского Предуралья.

По средним многолетним данным Оренбургской обсерватории, количество осадков за год составляет 393 мм, причём большее их количество (250 мм) приходится на тёплый период (апрель-октябрь). Гидротермический коэффициент (ГТК) составляет 0,70, что обуславливает засушливость вегетационного периода и низкую влагообеспеченность растений.

Одним из показателей резкой континентальности климата региона является большая годовая амплитуда температуры воздуха (разность между средними температурами самого тёплого и самого холодного месяцев).

Мощность снежного покрова достигает к середине марта своего максимума – 45-50 см. Средняя глубина промерзания почвы составляет 65-83 см. Абсолютный минимум температур по зоне колеблется от -43 до -49 °С. Самый холодный месяц – январь, с температурой воздуха -14,8 °С. Самый жаркий месяц – июль (среднесуточная температура воздуха достигает +21,9 °С, а максимальная – +39,0 °С) [5, 6].

Схема эксперимента. Исследование было выполнено в Оренбургском районе Оренбургской области отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» в течение длительного времени (с 2000 по 2017 гг.) в условиях многолетнего стационара. Изучалось 5 сельскохозяйственных культур (по разным предшественникам севооборотов):

- I. Яровая твёрдая пшеница по озимой ржи.
- II. Кукуруза на силос по яровой мягкой пшенице.
- III. Просо по яровой мягкой пшенице.
- IV. Горох по яровой мягкой пшенице.
- V. Яровая мягкая пшеница по кукурузе на силос.

Изучение проводились на двух фонах питания: удобренном и неудобренном. Размер делянок первого порядка (яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница) составляет 14,4х30 м (удобренный фон) и 14,4х60 м (неудобренный фон), второго порядка (кукуруза, просо, горох) – 3,6х30 м (удобренный фон) и 3,6х60 м (неудобренный фон), в четырёхкратной повторности. По каждой культуре на одной половине делянок под основную обработку вносили N₄₀P₄₀ кг д. в. на 1 га, вторая половина делянок изучалась без удобрений.

Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур – принятая для центральной зоны Оренбургской области.

Оборудование и технические средства. Посев зерновых культур проводили сеялкой СЗП-3,6 (ОАО «НПО Сибсельмаш», Россия), посев кукурузы – сеялкой СУПН-8 (ОАО «Червона зирка», Украина), культивацию – культиватором КПС-4 (ОАО «Корммаш», Россия), междурядную культивацию кукурузы – культиватором КРН-4,2 (ОАО «Корммаш», Россия).

Образцы на влажность почвы и на содержание нитратного азота отбирались ручными почвенными пробоотборниками (бурами) (Россия). Высушивали почву для определений её влажности в шкафу сушильном электрическом прямоугольном ШС-40 М (г. Казань, Россия).

Статистическая обработка. Результаты опытов обрабатывали с помощью метода множественной регрессии с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc», США).

Результаты исследований.

Продолжительность опыта (18 лет) позволяет охватить всё многообразие погодных условий периода вегетации сельскохозяйственных культур, которые за годы исследований складывались по-разному. Наиболее объективно погодные условия вегетации характеризует гидротермический коэффициент (ГТК), который включает в себя одновременно значения двух погодных факторов – количества атмосферных осадков и средней температуры воздуха.

Значения рассчитанного нами ГТК за вегетационный период (и, в частности, по месяцам вегетации) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Метеоусловия вегетационного периода, мм
(осадки – данные Оренбургского гидрометеоцентра)

Годы	Осадки, мм								ГТК				
	май		июнь		июль		август		май	июнь	июль	август	за вегетационный период (май-август)
	гидромет.	дождемер	гидромет.	дождемер	гидромет.	дождемер	гидромет.	дождемер					
2000	84	80	137	130	77	74	12	14	2,48	2,26	1,12	0,18	1,51
2001	15	14	56	52	0	0	14	13	0,29	1,00	0,0	0,22	0,38
2002	22	20	45	40	0	0	19	15	0,65	0,85	0,0	0,35	0,46
2003	68	64	74	72	72	70	15	13	1,47	1,57	1,11	0,22	1,09
2004	12	10	44	41	41	37	32	33	0,24	0,72	0,62	0,47	0,51
2005	14	16	39	40	54	4	7	8	0,24	0,64	0,79	0,11	0,41
2006	37	31	27	35	67	59	18	13	0,74	0,38	1,08	0,27	0,63
2007	53	41	32	22	92	49	0	1	1,05	0,57	1,39	0,0	0,75
2008	58	60	29	32	50	50	28	28	1,21	0,51	0,68	0,40	0,70
2009	35	30	20	15	14	13	61	52	0,75	0,29	0,20	1,02	0,56
2010	1	8	1	3	11	18	34	24	0,02	0,01	0,13	0,44	0,15
2011	47	20	38	65	28	0	25	45	0,95	0,67	0,35	0,39	0,59
2012	20	30	42	70	24	22	8	15	0,35	0,59	0,31	0,10	0,34
2013	11	8	24	13	74	31	107	110	0,20	0,36	1,06	1,67	0,82
2014	8	30	40	44	5	9	10	7	0,13	0,63	0,08	0,13	0,24
2015	50	70	20	53	29	16	28	21	0,11	0,27	0,43	0,47	0,57
2016	33	58	42	11	40	27	26	4	0,99	0,22	0,31	0,02	0,33
2017	33	29	39	33	34	9	4	14	0,74	0,71	0,48	0,06	0,46

Примечание: гидромет. – данные Оренбургского гидрометеоцентра,
дождемер – данные дождемера стационара отдела земледелия и РСТ

Как свидетельствуют приведённые данные, самыми благоприятными были 5 из 18 лет: 2000 г. (ГТК равен 1,51), 2003 г. (ГТК – 1,09), 2007 г. (ГТК – 0,75), 2008 г. (ГТК – 0,70) и 2013 г. (ГТК – 0,82). Два года подряд – в июле 2001 и 2002 гг., а также в августе 2007 г. не выпало ни одного миллиметра осадков. В 2010 г. сложились условия жесточайшей засухи: в мае и июне выпало по 1 мм осадков и гидротермический коэффициент за вегетационный период составил всего 0,15.

Метеорологические условия вегетационного периода по-разному влияли на накопление продуктивной влаги в метровом слое почвы и её использование на рост и развитие сельскохозяйственных культур.

В таблице 2 представлены данные по влажности почвы во время посева и уборки изученных культур в среднем за 18 лет исследований.

Таблица 2. Влажность почвы во время посева и уборки сельскохозяйственных культур в среднем за 2000-2017 гг., мм

Варианты опыта	Слой почвы, см	Срок определения		Расход влаги, мм
		во время посева	во время уборки	
Яровая твёрдая пшеница по озимой ржи	0-30	43,7	15,4	31,9
	0-100	154,7	54,7	100,0
Кукуруза на силос по яровой мягкой пшенице	0-30	43,8	14,1	29,7
	0-100	148,3	61,0	87,3
Просо по яровой мягкой пшенице	0-30	43,5	11,7	31,8
	0-100	146,2	54,5	91,7
Горох по яровой мягкой пшенице	0-30	44,1	13,9	30,2
	0-100	144,5	52,6	91,9
Яровая мягкая пшеница по кукурузе на силос	0-30	41,0	12,5	28,5
	0-100	140,3	54,6	85,7

К моменту уборки сельскохозяйственных культур количество остаточной влаги в почве в её метровом слое в среднем за 18 лет исследований было примерно одинаковым и составляло от 52,6 мм (по гороху) до 61 мм (по кукурузе на силос).

Потребление почвенной влаги сельскохозяйственными культурами различно. Используя на свой рост и развитие все осадки вегетационного периода, яровая твёрдая пшеница расходует к уборке 100 мм продуктивной влаги в метровом слое. Просо и горох расходуют к уборке 92 мм, кукуруза на силос – 87 мм, яровая мягкая пшеница – 86 мм продуктивной влаги в метровом слое почвы.

В засушливые годы кукуруза на силос из-за слабого развития вегетативно-надземной массы использует меньшее количество продуктивной влаги в метровом слое почвы. Примером этого являются засушливый 2010 г. (ГТК составил 0,15), когда посевами кукурузы на силос использовано 34,6 мм, и 2012 г. (ГТК – 0,34), когда потребление продуктивной влаги составило 43,8 мм, т. е. продуктивная влага в почве метрового слоя не пополняется, а сохраняются весенние её запасы (в том числе за счёт агротехники). В результате применения междурядных культиваций верхний слой почвы мульчируется, что препятствует интенсивному испарению почвенной влаги. В засушливые годы семена сорняков не прорастают или имеют слаборазвитую вегетативно-надземную массу, что также благоприятно сказывается на сохранение влаги метрового слоя почвы.



Рис. 1 – Сопряженность влажности метрового слоя почвы в период уборки (остаточная влага) с урожайностью кукурузы на силос

Как видно из рисунка 1, урожайность кукурузы на силос без применения удобрений находится в сопряжённой связи с влажностью в период уборки метрового слоя почвы. На основании этого мы делаем вывод, что увеличение влажности метрового слоя почвы обеспечивает повышение урожайности кукурузы на силос при невысокой сопряжённости.

Урожайность хозяйственно-ценной продукции сельскохозяйственных культур на разных фонах питания за годы изучения приведена в таблице 3.

Урожайность зелёной массы кукурузы на силос без применения удобрений в среднем за 18 лет (в течение трёх ротаций севооборота) составила 112,3 ц, а на удобренном фоне питания – 114,8 ц с 1 га.

В засушливые годы, как правило, отсутствовал эффект от применения удобрения под кукурузу. Так, в 2001 г. (ГТК – 0,38) её урожайность на удобренном и неудобренном фоне составила 93 ц с 1 га, в 2002 г. (ГТК – 0,46) удобрения повлияли отрицательно – наблюдалось снижение урожайности 2,4 ц с 1 га. Отсутствие эффекта или же отрицательный эффект от внесения удобрений в посевах кукурузы на силос отмечен также в 2010 г. (ГТК – 0,15), 2012 г. (ГТК – 0,34) и 2017 г. (ГТК – 0,46) году.

Но вот в столь же засушливых 2005 г. (ГТК – 0,41), 2014 г. (ГТК – 0,24) и 2016 г. (ГТК – 0,33) применение минеральных удобрений обеспечило повышение урожайности зелёной массы кукурузы в сравнении с неудобренным фоном.

В годы с наибольшей величиной ГТК эффект от применения минеральных удобрений был ещё менее однозначным. Так, в 2000 г. (ГТК – 1,51) и 2007 г. (ГТК – 0,75) урожайность кукурузы на силос на удобренном фоне оказалась ниже, чем на неудобренном. Напротив, в 2003 г. (ГТК – 1,09) и 2013 г. (ГТК – 0,82) урожайность кукурузы на силос на удобренном фоне была выше, чем на неудобренном.

Ранние яровые зерновые культуры (твёрдая пшеница, мягкая пшеница, горох) в среднем за годы исследований имеют положительную динамику урожайности при внесении удобрений. Так, превышение на удобренном фоне урожайности твёрдой пшеницы составило 1,1 ц, гороха – 1,6 ц и мягкой пшеницы – 0,5 ц с 1 га соответственно. Но вот урожайность зерна проса без применения удобрений в среднем за 18 лет составила 9,4 ц, а на удобренном фоне питания – только 8,2 ц с 1 га.

Положительный эффект от применения минеральных удобрений под твёрдую и мягкую пшеницу наблюдался в 5 случаях из 8 названных выше засушливых лет с ГТК менее 0,50, под горох – в 4 случаях, а под просо – только в 3 случаях. В годы же с наибольшей величиной ГТК положительный эффект от применения минеральных удобрений под твёрдую пшеницу наблюдался в трёх случаях из четырёх, под мягкую пшеницу и просо – в двух случаях, а под горох – в четырёх случаях.

В среднем за годы исследований по всем вариантам опыта наблюдается преимущество в количественном содержании нитратного азота на удобренном фоне по сравнению с неудобренным – как в период посева сельскохозяйственных культур, так и в период их уборки (табл. 4).

Применение удобрений увеличивает содержание нитратного азота в период посева яровой твёрдой пшеницы и кукурузы на силос на 0,5 мг на 100 г сухой почвы, проса – на 1,4 мг/100 г, в горохе – на 1,7 мг/100 г, яровой мягкой пшеницы – на 1,9 мг/100 г.

Яровая твёрдая пшеница использует нитратный азот на рост и развитие в среднем за годы исследований на удобренном фоне в количестве 1,2 мг, на неудобренном – 1,3 мг на 100 г почвы, просо – 0,9 мг и 0,8 мг, яровая мягкая пшеница – 2,9 мг и 1,0 мг на 100 г почвы (удобренный и неудобренный фон соответственно).

Исключение из данной закономерности составляют посевы гороха и кукурузы на силос, в которых к уборке происходит накопление нитратного азота в почве. Наиболее интенсивное его накопление происходит на фоне без применения минеральных удобрений. Накопление нитратного азота в посевах кукурузы происходит за счёт многократных междурядных культиваций в результате фиксации атмосферного азота. В посевах гороха нитратный азот накапливается в результате жизнедеятельности клубеньковых бактерий.

Таблица 3. Урожайность сельскохозяйственных культур за 2000-2017 гг., ц с 1 га

Культура	Фон питания	Годы														Средняя за 2000-2017 гг.	НСР ₀₀₅				
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013			2014	2015	2016	2017
Яровая твердая пшеница по озимой ржи	удобр.	12,8	9,3	7,8	15,4	4,1	-	-	8,8	12,0	13,6	-	12,7	7,5	10,1	1,0	1,7	4,9	17,6	9,3	2,91
	неудобр.	10,3	7,9	7,6	15,8	1,8	-	-	7,5	13,0	13,8	-	11,8	4,9	7,3	1,3	0,7	2,2	16,5	8,2	2,93
	Кукуруза на силос по мягкой пшенице	удобр.	14,8	93,3	55,8	199,6	264,3	61,5	137,1	75,0	39,4	131,5	128,9	86,5	108,2	143,6	108,7	73,5	86,3	128,6	114,8
	неудобр.	17,1	92,8	58,2	146,4	170,5	56,4	101,9	116,3	81,5	85,4	135,0	198,7	108,3	110,0	95,6	75,6	65,3	151,9	112,3	21,41
Просо по мягкой пшенице	удобр.	18,5	12,4	4,4	17,5	2,0	3,8	7,5	11,0	9,2	7,3	1,2	10,7	2,8	15,8	9,7	6,8	3,8	4,0	8,2	2,71
	неудобр.	26,2	11,5	6,9	21,2	2,1	5,8	11,8	10,1	7,5	8,6	1,3	10,9	2,1	14,4	8,6	11,9	4,4	3,9	9,4	3,32
Горох по мягкой пшенице	удобр.	22,8	14,3	6,5	13,7	19,5	9,6	1,1	16,2	9,0	-	3,4	13,0	14,2	7,2	7,9	-	2,9	14,2	11,1	3,44
	неудобр.	18,7	12,8	7,5	8,3	10,8	5,7	0,9	11,0	9,3	-	1,2	12,7	12,4	6,3	12,0	-	4,9	16,9	9,5	2,86
Яровая мягкая пшеница по кукурузе на силос	удобр.	8,2	8,1	11,5	4,8	5,0	3,9	2,0	6,0	12,8	13,7	-	20,9	8,1	9,8	6,8	0,7	10,1	17,1	8,8	2,82
	неудобр.	9,0	7,0	10,3	4,9	4,9	5,1	3,2	5,2	11,1	16,6	-	15,6	5,4	8,4	5,8	1,1	10,7	16,7	8,3	2,52

Примечание: удобр. – удобренный фон, неудобр. – неубо́ренный

Таблица 4. Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в посевах сельскохозяйственных культур в среднем за 2000-2017 гг., (мг на 100 г сухой почвы)

Варианты опыта	Фон питания						Разность «+» или «-» от применения удобрений	
	неудобренный			удобренный			посев	уборка
	период		«+» или «-»	период		«+» или «-»		
	посев	уборка		посев	уборка			
Яровая твёрдая пшеница по озимой ржи	6,3	5,0	-1,3	6,8	5,6	-1,2	+0,5	+0,6
Кукуруза на силос по яровой мягкой пшенице	5,6	7,5	+1,9	6,1	7,7	+1,6	+0,5	+0,2
Просо по яровой мягкой пшенице	4,9	4,1	-0,8	6,3	5,4	-0,9	+1,4	+1,3
Горох по яровой мягкой пшенице	5,6	6,0	+0,4	7,3	7,0	-0,3	+1,7	+1,0
Яровая мягкая пшеница по кукурузе на силос	5,9	4,9	-1,0	7,8	4,9	-2,9	+1,9	0,0

За вегетационный период сельскохозяйственные культуры расходуют нитратный азот по-разному.

К моменту уборки разность содержания нитратного азота в почве от применения удобрений уменьшается на кукурузе на силос до +0,2 мг, на просе – до +1,3 мг, на горохе – до +1,0 мг на 100 г почвы. В посевах яровой мягкой пшеницы в среднем за годы исследований в период её уборки количественное содержание нитратного азота имеет одинаковые показатели на удобренном и неудобренном фоне – 4,9 мг на 100 г почвы.

Сопряжённость содержания нитратного азота в почве в период уборки с урожайностью кукурузы на силос на неудобренном фоне показана на рисунке 2.

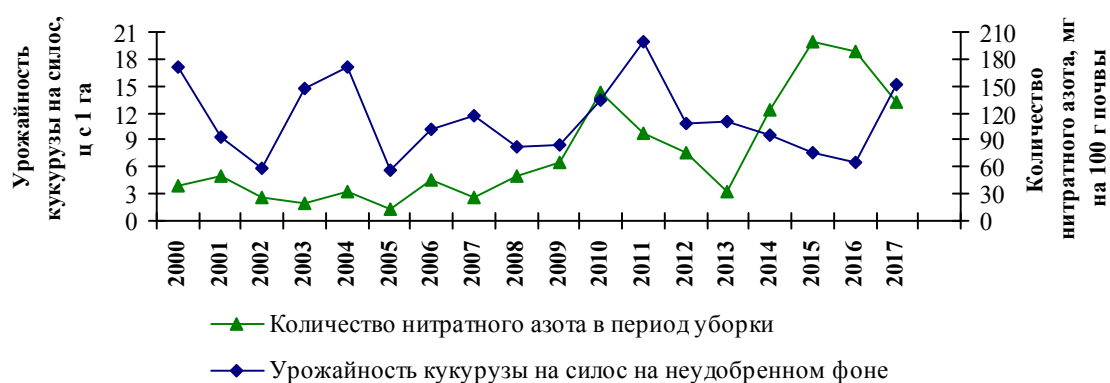


Рис. 2 – Сопряжённость содержания нитратного азота в почве с урожайностью кукурузы на силос

Обработка данных по накоплению нитратного азота в почве под кукурузой методом множественной регрессии позволила установить сопряжённость этого процесса с количеством выпавших за годы опыта атмосферных осадков в мае и июле (табл. 5). Полученные результаты регрессионного анализа свидетельствуют, что осадки мая и июля работают на повышение количества нит-

ратного азота в посевах кукурузы на силос без внесения минеральных удобрений. При этом доля влияния на накопление нитратного азота в почве выпавших осадков мая составила 9 %, а осадков июля – 26 %.

Таблица 5. **Сопряжённость количества выпавших осадков в мае и июле с содержанием нитратного азота в почве под кукурузой к моменту её уборки на удобренном фоне**

Изучаемые факторы	Показатели множественной регрессии				
	коэффициент регрессии	стандартная ошибка	уровень значимости	доля влияния факторов, %	коэффициент корреляции
Свободный член	7,46	1,86	0,001	-	-
Осадки мая (дождемер)	0,1255	0,056	0,041	9	-0,37
Осадки июля (дождемер)	-0,1442	0,052	0,015	26	-0,15
Для полной регрессии: R-квадрат = 0,3503; стандартная ошибка оценки = 4,2; F _{факт.} = 4,0; уровень значимости = 0,039					

Тот же метод множественной регрессии позволил установить имевшуюся за годы опыта сопряжённость содержания нитратного азота в почве под кукурузой на силос с совместным действием осадков и температуры воздуха июля, т. е. с величиной рассчитанного нами ГТК (табл. 6). При этом доля влияния этого погодного фактора на накопление нитратного азота в почве составила 25 %.

Таблица 6. **Сопряжённость величины ГТК июля с содержанием нитратного азота в почве под кукурузой к моменту её уборки на удобренном фоне**

Изучаемые факторы	Показатели множественной регрессии			
	коэффициент регрессии	стандартная ошибка	уровень значимости	коэффициент корреляции
Свободный член	11,0712	1,71	0,000	-
Гидротермический коэффициент июля	-5,6885	2,42	0,032	-0,51
Для полной регрессии: R-квадрат = 0,2553; стандартная ошибка оценки = 4,3; F _{факт.} = 5,4; уровень значимости = 0,032				

Обсуждение полученных результатов.

Полученные нами результаты исследования согласуются с данными Морозовым В.И. и Тойгильдиным А.Л., которые считают, что одним из важных источников биологического азота в земледелии являются бобовые культуры [7]. Эти культуры отличаются повышенной азотофиксацией и оставляют после себя 50-60 кг/га биологического азота. Введение гороха в севооборот позволяет приостановить истощение почвенного плодородия и обеспечить не только простое, но и расширенное воспроизводство органического вещества почвы [8].

Горох в силу своих биологических особенностей и образования клубеньков на корневой системе аккумулирует нитратный азот. В результате активности азотфиксирующих бактерий в посевах гороха дополнительно накапливается нитратный азот в почве. Данный факт характеризует горох как хороший предшественник для последующих за ним культур севооборота с точки зрения накопления нитратного азота.

Кукуруза на силос также накапливает за вегетационный период большое количество нитратного азота в почве. В среднем за 18 лет в её посевах накапливается этого азота 1,8 мг на удобренном и 1,9 мг – на неудобренном фоне на 100 г почвы.

Заметное увеличение количества нитратного азота в почве ко времени уборки отмечалось в посевах кукурузы на силос в 2015 г.: на удобренном фоне – до 20,4 мг/100 г, на неудобренном фоне – до 20 мг/100 г. Накопление нитратного азота в почве в посевах кукурузы происходит по принципу его накопления в паровом поле благодаря многократным междурядным обработкам.

По накоплению и сохранению нитратного азота кукуруза на силос, как и горох, является хорошим предшественником для последующих культур севооборота [9].

Самое низкое содержание нитратов в почве в период посева твёрдой пшеницы нами наблюдалось в 2000, 2002, 2007, 2008, 2011 и 2012 годах. В эти годы во время отбора почвенных проб отмечался дефицит тепла и обильное выпадение осадков. Например, в 2000 году в мае выпало 84 мм при недостатке тепла в 3,1 °С. Подобная картина наблюдалась и в остальные годы, тогда в почве происходит затухание биологических процессов, а основным фактором дефицита нитратов является их вымывание осадками в нижние слои почвы.

Заметным фактором, влияющим на увеличение содержания нитратов в почве, является применение минеральных удобрений (удобренный фон) [10]. Действие этого фактора проявлялось во все годы исследований.

На содержание нитратного азота в почве влиял и срок его определения.

Ко времени уборки урожая содержание этого азота в почве в посевах одних сельскохозяйственных культур (яровая мягкая и твёрдая пшеница и просо на обоих фонах, горох на удобренном фоне) снижалось, а в посевах других (кукуруза на обоих фонах, горох на неудобренном фоне) повышалось.

Выводы.

1. Количество нитратного азота в почве заметно снижается к уборке яровой твёрдой пшеницы, яровой мягкой пшеницы и проса в результате его использования на формирование урожая в процессе вегетации.
2. В посевах кукурузы на силос в силу её агротехники и в посевах гороха в виду его биологических особенностей происходит интенсивное накопление нитратного азота.
3. Существенное влияние на содержание и накопление нитратного азота в почве оказывают предшественники и фон питания.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Ряховский А.В. Особенности плодородия почв и эффективности удобрений в степных районах Южного Урала. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. 75 с.
2. Крючков А.Г., Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Динамика содержания подвижных элементов питания под посевами яровой мягкой пшеницы // Земледелие. 2012. № 2. С. 15-17.
3. Лошаков В.Г. Биологическая активность почвы в специализированном зерновом севообороте при использовании пожнивного сидерата и соломы в качестве удобрения // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 1986. Вып. 4. С. 10-17.
4. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Обеспеченность растений яровой твёрдой пшеницы азотом в зависимости от условий агротехники и её урожайность // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5(61). С. 27-30.
5. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 26 с.
6. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 170 с.

7. Морозов В.И., Тойгильдин А.Л. Бобовые фитоценозы и оптимизация плодородия почвы // Земледелие. 2008. № 1. С. 16-17.

8. Малышева А.В., Ледовский Н.В. Возделывание гороха – путь решения проблемы растительного белка // Состояние, перспективы экономико-технологического развития и экологически безопасного производства в АПК / под общ. ред. В.В. Каракулева, Г.В. Петровой, Н.Н. Дубачинской. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2010. Ч. 1. 560 с.

9. Влияние различных видов пара на содержание основных питательных веществ в пахотном слое почвы / Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: Междунар. сб. науч. тр. ГНУ «Оренбургский НИИ сельского хозяйства РАСХН». Оренбург, 2010. 480 с.

10. Абдрашитов Р.Х., Елисеев В.И. Формирование урожайности проса в зависимости от уровня минерального питания // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 9. С. 244-247.

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: maksyutov.n@mail.ru.

Поступила в редакцию 8 мая 2018 года

UDC 633.1:631.41:551.5(470.56)

Skorokhodov Vitaly Yuryevich

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

Influence of weather factors of vegetation and the background of nutrition on the accumulation of nitrate nitrogen in the soil under crops on chernozems of Orenburg Cis-Urals

Summary. The results of the study of nitrate nitrogen accumulation in soil within a long-term stationary experiment are presented, depending on the crop cultivated, the background of its nutrition, and weather factors of vegetation.

It has been established that the amount of nitrate nitrogen in soil under certain crops is markedly reduced by the time of harvesting as a result of its use for crop formation, under others it does not change or increases.

In dry years there is no effect after the use of mineral fertilizers. In such years, during formation of a small vegetative overground mass, agricultural plants (in particular silage corn) use a smaller amount of productive moisture of a meter layer.

According to accumulation and preservation of nitrate nitrogen in soil, corn for silage is a good forecrop for subsequent crops, since in its crops an intensive accumulation of nitrate nitrogen is established.

By multiple regression, it was established a significant effect of the precipitation in May and July on the accumulation of nitrate nitrogen in corn silage for silage. The share of this influence is 29 % and 9 %, respectively. Precipitation in May and July is working to increase the amount of nitrate nitrogen in corn crops without the introduction of mineral fertilizers.

A positive effect on the accumulation of nitrate nitrogen in the soil from the combined effect of precipitation and air temperature in July was also registered in corn.

Key words: corn silage, spring hard wheat, millet, peas, spring soft wheat, nitrate nitrogen, soil, hydro-thermal coefficient, yield, productive moisture, fertilizer, multiple regression.

УДК 636.085.7

Силосование проявленной люцерны в рулонах, упакованных в плёнку, – альтернатива искусственной сушке**Ю.А. Победнов, А.М. Сычёв***ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»*

Аннотация. По химическому составу, поедаемости и энергетической питательности сухого вещества силос из проявленной люцерны, приготовленный в рулонах, упакованных в плёнку, не уступает искусственно высушенной люцерновой резке при условии скашивания растений не позднее фазы бутонизации. Недостатком силоса из проявленной до содержания сухого вещества 36–41 % люцерны служит его нестабильность при хранении, обусловленная накоплением большого количества аммиака в первые две недели ферментации массы, что увеличивает буферную ёмкость растений. В результате на фоне сдерживания молочнокислого брожения высоким осмотическим давлением в растительных клетках корм в течение длительного времени не подкисляется до pH, ограничивающего развитие маслянокислых бактерий, что определяет неизбежность накопления в нём некоторого количества масляной кислоты. Особенностью силосования проявленной массы люцерны служит то, что вследствие благоприятного процесса брожения молочнокислые и маслянокислые бактерии долгое время развиваются одновременно, используя в качестве субстрата питания сахар. Поэтому накопление масляной кислоты не приводит к увеличению потерь питательных веществ и образованию в корме вредных и ядовитых соединений. В то же время недостаточно высокое содержание сухого вещества в зелёной массе обуславливает необходимость относительно сильного её подкисления, что на фоне медленного накопления молочной кислоты и острого дефицита сахара нередко служит причиной возникновения в корме вторичной ферментации. Для минимизации процессов накопления в силосе аммиака и масляной кислоты, а также исключения опасности возникновения в нём вторичной ферментации люцерну следует быстро проявлять в поле до содержания сухого вещества ≥ 40 %, подбирать из валков рулонными пресс-подборщиками с обработкой молочнокислыми заквасками и герметизировать обмоточной плёнкой.

Ключевые слова: люцерна, искусственная сушка, силос, рулоны силоса, степень проявления силоса, критический pH, протеолиз, препараты молочнокислых бактерий.

Введение.

Искусственно высушенная люцерна, убранная в фазу бутонизации, – это качественно иной корм, который стоит по своим питательным свойствам гораздо ближе к пастбищному корму, нежели сено. Поэтому высушенную на высокотемпературных сушилках люцерну обычно называют не сеном, а обезвоженной травой. В измельчённом же виде её именуют травяной мукой или резкой [1]. Благодаря тому, что сушка люцерны проводится не на стерне в поле, а в помещении на специальных сушилках, она до минимума сокращает потери питательных веществ, открывает возможность удаления влаги с желательной скоростью, устраняет зависимость этого процесса от погодных условий. Это способствует получению качественного корма, способного заменять часть концентратов в рационах жвачных животных, однако достигается за счёт большого расхода энергии и, следовательно, высоких финансовых затрат [2].

Альтернативой искусственно высушенной люцерне может стать приготовленный из неё силосованный корм, при заготовке которого, в отличие от сеноуборки, растения также скашивают не позднее фазы бутонизации [3]. Сравнительная оценка этих двух способов консервирования растений проводилась ранее, но полученные результаты не привели к однозначному заключению. Вероятно, это было связано с тем, что в качестве исследуемого сырья использовали самые разные растения, отличающиеся друг от друга как по характеру брожения, так и возникающим при этом потерям питательных веществ. Давно замечено, что внесение чистой воды в сено, сенаж или силос, то есть влага как таковая не влияет на поедаемость животными сухого вещества корма. Повышенная влажность приводит к ухудшению поедаемости сухого вещества силоса лишь после сбраживания

ния его в хранилище. Это означает, что негативное влияние оказывают нежелательные микробиологические процессы, протекающие во влажном корме. Имеющиеся данные показывают [4], что сенаж из люцерны, проявленной до содержания сухого вещества 45,0 %, в котором активность микрофлоры сильно сдерживалась низкой активностью воды (A_w), по поедаемости и продуктивности действию значительно превосходит силос из люцерны с содержанием сухого вещества 24 %.

Сенаж из люцерны заслуживает особого внимания и потому, что в нём отмечается наиболее благоприятное брожение [5], сопровождающееся невысокими потерями питательных веществ, вполне сопоставимыми с потерями, возникающими при искусственной сушке [6, 7].

Не до конца изученной к настоящему времени является устойчивость сенажа и силоса из проявленной люцерны к аэробной порче, обуславливающей снижение качества корма при выемке из хранилищ. По мнению одних исследователей, сенаж и силос из проявленной люцерны, благодаря благоприятному процессу брожения, весьма устойчивы к аэробной порче [8, 9]. Другие авторы полагают, что проблема устранения аэробной порчи возникает и при выемке люцернового силоса и сенажа из хранилищ [10, 11]. До минимума сократить потери от аэробной порчи можно путём заготовки силоса и сенажа в рулонах, упакованных в плёнку. Это обусловлено тем, что в последнем случае разгерметизированный корм не хранят на воздухе, а немедленно скармливают скоту [12, 13].

Цель исследования.

Определение эффективности силосования проявленной массы люцерны в рулонах, упакованных в плёнку, в сравнении с её искусственной сушкой.

Материалы и методы исследований.

Объект исследований. Люцерна изменчивая (*Medicago varia*) 2-го укоса, убранная в фазу бутонизации.

Схема эксперимента. Заготовку экспериментальных кормов проводили в производственных условиях Тульской области. При заготовке силоса скошенную люцерну проявляли на стерне в поле в течение 4-6 часов, после чего сгребали в валок и подбирали рулонным пресс-подборщиком с одновременной упаковкой рулона в полиэтиленовую плёнку. Число слоёв упаковочной плёнки – 8, при этом каждый последующий слой перекрывал предыдущий на 50 %. Упакованные в плёнку рулоны перевозили к месту складирования, где они хранились до начала опыта на животных.

При приготовлении люцерновой резки массу скашивали косилками в валок. После чего её подбирали самозагружающимися тележками, транспортировали к месту сушки и после измельчения на отрезки длиной 6-10 см высушивали на высокотемпературной сушилке с прессованием полученной резки в прямоугольные крупногабаритные тюки, массой 700-750 кг, в которых она и хранилась до начала скармливания животным. Спустя 5 месяцев хранения люцерновую резку и силос в качестве единственного корма последовательно скармливали одной и той же тройке взрослых валухов романовской породы в физиологических опытах. Для защиты силоса от воздуха по 25 кг корма после вскрытия рулонов сразу расфасовывали в вакуумные упаковки. Силос ежедневно задался валухам из новой упаковки.

Оборудование и технические средства. Содержание сухого вещества в люцерновой резке и силосе определяли путём высушивания навесок при температуре +105 °С до постоянного веса, сахара – по Бертрану, аммиака – по Лонги, рН – с помощью потенциометра И-500, содержание органических кислот – методом капиллярного электрофореза, общего азота – по Кьельдалю, сырой клетчатки – по Геннебергу и Штоману, сырого жира – по Сокслету, сырой золы – по остатку после сжигания при температуре +600...+700 °С органической части навесок [14]. Энергетическую питательность того и другого корма рассчитывали на основе коэффициентов переваримости питательных веществ, полученных в опытах на валухах согласно методическим рекомендациям по оценке кормов на основе их переваримости [15].

Статистическая обработка проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверными считали результаты при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

Биохимические показатели силоса из провяленной люцерны и полученной из неё резки сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Биохимические показатели люцернового силоса и искусственно высушенной резки

рН	Содержание в сухом веществе корма, %						
	аммиака	сахара	органических кислот				
			молочной	уксусной	масляной	яблочной	лимонной
Люцерновая резка (89,65±0,01 % сухого вещества)							
5,97±0,01	0,04±0,004	3,35±0,05	0,09±0,03	0,06±0,003	0,06±0,003	1,13±0,01	0,23±0,02
Люцерновый силос (36,02±1,57 % сухого вещества)							
4.77±0.09*	0.54±0.08*	0.54±0.08*	19.61±1.14	3.28±0.17*	0.36±0.02*	0.35±0.19*	0.02±0.01*

Примечание: * – разница достоверна по отношению к значениям люцерновой резки, $P \leq 0,001$

Из представленных данных следует, что, несмотря на практически полное использование содержащегося в провяленной люцерне сахара и благоприятное направление процесса брожения, на что указывает высокое накопление молочной кислоты, люцерновый силос в течение 5-месячного хранения так и не смог подкислиться до рН, исключающего опасность возникновения маслянокислого брожения. При указанном содержании сухого вещества развитие маслянокислых бактерий устраняется лишь при $\text{pH} \leq 4,60$ [16]. Причиной послужило высокое накопление аммиака, приводящее к увеличению буферной ёмкости корма, которая и без того была достаточно высокой. Это обусловило образование в сухом веществе силоса 0,36 % масляной кислоты. Недостаточным оказалось и проявление люцерны до содержания сухого вещества 41,1 %. При спонтанном силосовании такой массы в рулонах, упакованных в плёнку, также отмечалось накопление большого количества аммиака и масляной кислоты, содержание которых в сухом веществе составило соответственно 0,40 и 0,33 %.

Следует отметить, что, в отличие от аэробной порчи, накопление в корме аммиака и указанного количества масляной кислоты не приводит к большим потерям сухого вещества [17] и, следовательно, к заметному снижению энергетической питательности сухого вещества полученного корма. Основная опасность этого процесса связана с вероятностью возникновения «вторичной ферментации», то есть с невозможностью длительного хранения корма в анаэробных условиях из-за продолжающейся его порчи.

В этом отношении более надёжным способом консервирования люцерны является искусственная сушка с последующим прессованием полученной резки в крупногабаритные тюки. Из данных таблицы 1 можно заключить, что по биохимическим показателям она соответствует свежескошенной люцерне, за исключением большого накопления яблочной и лимонной кислот. Последнее отмечается и при интенсивном проявлении зелёной массы на стерне в поле до содержания сухого вещества ≥ 45 % [18]. По имеющимся данным [19], роль яблочной кислоты (малата) сводится к созданию высокого осмотического давления в растительных клетках, препятствующего испарению влаги.

По химическому составу силос из провяленной люцерны был аналогичен химическому составу искусственно высушенной резки (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав люцернового силоса и искусственно высушенной резки

Корм	Содержание в сухом веществе, %				
	протеина	жира	клетчатки	БЭВ	зола
Люцерновая резка	20,22±0,39	1,32±0,06	25,09±0,08	43,68±0,28	9,70±0,05
Люцерновый силос	20,45±1,73	2,98±0,03*	25,57±0,11	37,94±1,55	13,06±0,10*

Примечание: * – разница достоверна по отношению к значениям люцерновой резки, $P \leq 0,001$

Исключение составляет сырая зола и сырой жир, содержание которых было достоверно выше в сухом веществе силоса из проявленной люцерны. Первое, очевидно, связано с тем, что заготовку силоса проводили в сложных погодных условиях 2017 года, что при механических операциях, связанных с ворошением и сгребанием проявленной люцерны в валок, приводило к некоторому её загрязнению. Второе объясняется тем, что силос из проявленной массы люцерны характеризовался значительно большим, нежели травяная резка, накоплением летучих жирных кислот (уксусная, масляная), которые по методу Сокслета определяются как жир. Близкий химический состав того и другого корма служит косвенным доказательством того, что и потери питательных веществ при том и другом способе консервирования люцерны сильно не различались, а следовательно, можно рассчитывать и на близкую энергетическую питательность сухого вещества того и другого корма.

Чтобы убедиться в этом, силос и резку, приготовленные из люцерны, в качестве единственного корма скормливали валухам романовской породы. Определение поедаемости сухого вещества люцернового силоса и резки показало, что она была практически одинаковой и составила соответственно 901 и 897 г на 1 животного в сутки. Результаты определения переваримости основных питательных веществ и энергетической питательности сухого вещества исследуемых кормов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Переваримость и энергетическая питательность корма

Корм	Переваримость, %					МДж ОЭ в 1 кг СВ корма
	сухого вещества	сырого протеина	сырой клетчатки	сырого жира	сырых БЭВ	
Люцерновая резка	62,80±1,51	74,00±2,00	47,31±2,41	5,19±2,84	73,82±1,09	9,03±0,20
Люцерновый силос	66,32±0,53	78,13±0,37	56,12±0,90*	70,62±1,08*	72,33±0,51	9,61±0,05

Примечание: * – разница достоверна по отношению к значениям люцерновой резки, $P \leq 0,05$

Они показали, что силос из проявленной люцерны отличался от искусственно высушенной резки, прежде всего, более высокой переваримостью сырого жира и сырой клетчатки. Заметное снижение переваримости указанных питательных веществ наблюдается и при скормливании животным люцернового сена. В.А. Бориневич [20], не раскрывая причины данного явления, отмечал, что переваримость сырой клетчатки у сухих растений всегда бывает ниже, чем у влажных. То же, по-видимому, характерно и для сырого жира. Указанный выше автор приводит данные, согласно которым у высушенных растений переваримость жира снижалась до 41,0 % против 57,7 % у свежескошенной массы. В то же время разница в переваримости и энергетической питательности сухого вещества того и другого корма оказалась статистически недостоверной.

Обсуждение полученных результатов.

Установлено, что люцерновый силос, приготовленный в рулонах, упакованных в плёнку, даже с содержанием сухого вещества 36 % по поедаемости и энергетической питательности сухого вещества не уступает искусственно высушенным растениям. Разумеется, при условии, что в том и другом случаях люцерна будет убрана в ранней фазе вегетации, а в первом случае будет обеспечено и интенсивное проявление растений. Необходимость последнего обусловлена тем, что улучшение сбраживаемости люцерны достигается лишь в случае, когда растения достигают «сенажной» влажности не позднее, чем за 8-10 часов проявления [18]. Для этого косилки желательно оснащать кондиционерами для механической обработки скошенной массы, ускоряющей её обезвоживание в 2,0-2,5 раза [21].

В то же время силос из проявленной люцерны, приготовленный как в траншеях, так и в рулонах, упакованных в плёнку, имеет и недостаток, связанный с образованием в нём большого количества аммиака и масляной кислоты. Сама по себе масляная кислота для животных не опасна [1]. Опасны вещества, которые могут сопутствовать маслянокислому брожению. Отсюда принципиально важным является механизм образования масляной кислоты.

При первичном маслянокислом брожении, то есть когда оно протекает наряду с молочнокислым, а источником обоих брожений являются сахара, накопление некоторого количества масляной кислоты не приводит к увеличению потерь питательных веществ и созданию угрозы для здоровья животных. Первое объясняется тем, что при сбраживании сахара маслянокислыми бактериями потери энергии такие же, как и при молочнокислом брожении [22]. То есть частичная замена молочнокислого брожения маслянокислым не приводит к увеличению потерь питательных веществ и снижению питательности сухого вещества полученного корма. Второе связано с тем, что при сбраживании сахара маслянокислые бактерии не используют содержащийся в растениях белок, а следовательно, не способствуют образованию в корме вредных и ядовитых соединений. Такое маслянокислое брожение обычно протекает при силосовании проявленных до содержания сухого вещества ≥ 30 % трав, возникает на фоне сдерживания молочнокислого брожения высоким осмотическим давлением в растительных клетках [23] и прекращается по мере подкисления корма до pH, подавляющего развитие маслянокислых бактерий.

Реальная опасность возникает лишь тогда, когда после завершения молочнокислого брожения корм вследствие дефицита сахара и высокой буферной ёмкости не подкисляется до pH, исключающего дальнейшее развитие маслянокислых бактерий. В этом случае возникает вторичное маслянокислое брожение, описываемое в литературе как «вторичная ферментация» [24]. От первичного маслянокислого брожения «вторичная ферментация» отличается тем, что она возникает после сбраживания содержащегося в растениях сахара. В результате, её источником служит не сахар, а аминокислоты. Естественно, что и возбудителями этого процесса являются не сахаролитические, а протеолитические клостридии. В этом случае накопление масляной кислоты сопровождается значительными потерями аминокислот и образованием большого количества ядовитых продуктов распада белка [25]. Иными словами, «вторичная ферментация» силоса – это уже типичный гнилостный процесс со всеми вытекающими отсюда последствиями. Отличительной особенностью «вторичной ферментации» служит и то, что, начавшись, она уже не может остановиться, а продолжается до полного разложения корма. Наряду с дефицитом сахара немалую роль в возникновении этого процесса играет высокая буферность массы и накопление в силосе большого количества аммиака.

При силосовании проявленной люцерны принципиально важным является то, что, несмотря на низкое содержание сахара и высокую буферность, образование масляной кислоты в ней в течение длительного времени протекает по типу первичного брожения. На это указывает то, что накопление аммиака и масляной кислоты в силосе из проявленной люцерны не имеют между собой прямой зависимости. Так, определение динамики накопления аммиака и масляной кислоты при силосовании люцерны с содержанием сухого вещества 39,9 % показало, что основное количество аммиака (85 %) образуется уже в первые 15 дней брожения [26]. Тогда как образование масляной кислоты в сухом веществе корма в этот период опыта было незначительным и спустя 3, 7 и 15 суток силосования составило соответственно 0,04; 0,05 и 0,16 %. При этом pH корма через 15 суток силосования всё ещё составлял 5,17. Лишь спустя 2 месяца силосования содержание масляной кислоты в сухом веществе корма возросло до 0,50 %. К этому же сроку был сброжен и весь содержащийся в массе сахар.

Дальнейшая сохранность силоса будет зависеть от того, подкислится ли он за указанный период времени до pH, критического для маслянокислых бактерий, или нет. Если да, то корм стабилизируется и образование масляной кислоты в нём прекратится. Если нет, то в корме возникнет процесс «вторичной ферментации», который закончится порчей корма.

Из приведённых данных вытекают два важных практических вывода, которые следует учитывать при совершенствовании процесса силосования люцерны в проявленном виде. Во-первых, основной причиной высокого накопления аммиака в силосе из проявленной люцерны служит не развитие нежелательной микрофлоры, а высокая активность протеолитических растительных ферментов, наблюдающаяся в начале силосования из-за медленного подкисления массы. Данное положение уже доказано экспериментально [27]. Во-вторых, как уже отмечалось выше, накопление

масляной кислоты в течение продолжительного времени протекает по типу первичного брожения, не приводя к заметным отрицательным последствиям. Основанием для такого заключения служит уже упоминавшийся выше опыт по силосованию проявленной до содержания сухого вещества 39,9 % люцерны [26]. Так, через 3, 7, 15, 30 и 60 суток силосования такой массы накопление молочной кислоты в сухом веществе корма составило соответственно 1,36; 5,87; 8,80; 9,85 и 14,39 %, а масляной – соответственно 0,04; 0,05; 0,16; 0,18 и 0,50 %. То есть оба вида брожения на протяжении двух месяцев протекали одновременно, чего не наблюдается при «вторичной ферментации» силоса [24].

Следует отметить, что накопление масляной кислоты в корме не желательно и в том случае, когда она образуется по типу первичного брожения. Несмотря на то, что в данном случае она не представляет опасности для здоровья животных, эта кислота обладает горьким вкусом и своеобразным запахом [28]. Эти свойства масляной кислоты могут обусловить ухудшение поедаемости силоса скотом. Кроме того, попадающие в молоко споры сахаролитических клостридий создают определённые проблемы в сыроделии [29]. Немаловажно и то, что сахаролитические клостридии наряду с сахаром сбраживают и образовавшуюся в корме молочную кислоту [30], что также создаёт условия для возникновения «вторичной ферментации».

Поэтому основной задачей совершенствования технологии силосования проявленной люцерны в рулонах, упакованных в плёнку, должна стать минимизация этого процесса при одновременном исключении возможности возникновения в корме «вторичной ферментации». Кроме улучшения сбраживаемости люцерны за счёт её интенсивного проявлявания достичь этого можно путём быстрого создания в проявленной до содержания сухого вещества ≥ 40 % зелёной массе необходимой активной кислотности за счёт использования препаратов на основе гомоферментативных осмоотолерантных штаммов молочнокислых бактерий [16, 31].

Выводы.

При скашивании люцерны в ранней фазе вегетации и быстром её проявлявании приготовленный в рулонах, упакованных в плёнку, силос по поедаемости и энергетической питательности сухого вещества не уступает искусственно высушенной люцерновой резке. Однако, в отличие от искусственно высушенной резки, силос из проявленной люцерны, даже приготовленный в рулонах, упакованных в плёнку, нестабилен при хранении, что обусловлено накоплением в начальный период ферментации массы большого количества аммиака, увеличивающего её буферную ёмкость. В результате, в течение продолжительного периода времени силос не подкисляется до предела, исключая жизнедеятельность клостридий, что не только делает неизбежным накопления в нём некоторого количества масляной кислоты, но и обуславливает опасность возникновения в корме «вторичной ферментации», то есть полной его порчи. Устранить этот недостаток можно за счёт интенсивного проявлявания люцерны до содержания сухого вещества ≥ 40 % и ускорения подкисления сформированной в рулоны, упакованные в плёнку, массы до критического для маслянокислых бактерий значения pH путём использования препаратов молочнокислых бактерий.

Литература

1. Зафрен С.Я. Технология приготовления кормов: справ. пособие. М.: «Колос», 1977. 240 с.
2. Производство грубых кормов: в 2-х кн. / под ред. Д. Шпаара. Торжок: ООО «Вариант», 2002. Кн. 1. 360 с.
3. Гибадуллина Ф.С. Прибыль определяют объёмистые корма // Нива Татарстана. 2011. № 3-4. С. 19-21.
4. Мур Л., Томас Дж., Сайкс Дж. Приемлемость силоса из злако-бобовых трав для молочного скота // Новое в улучшении и использовании сенокосов и пастбищ: материалы 8-го Междунар. лугопастбищного конгресса (11-21 июля 1960 г., г. Рединг, Англия). М.: Сельхозгиз, 1963. С. 363-370.

5. Филатов И.И., Кузнецова Т.Т., Сафронова Л.Г. Микробиологические и биохимические процессы при силосовании люцерны с разным уровнем сухого вещества // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1978. № 5. С. 44-47.
6. Васин В.Г., Зотилов В.И., Васина А.А. Производство кормов для молочных комплексов. Орёл: ГНУ ВНИИЗБК, 2012. 248 с.
7. Победнов Ю.А. Сенаж или силаж? Особенности консервирования бобовых и злаковых трав // Проблемы биологии продуктивных животных. 2016. № 2. С. 42-54.
8. Weissbach F. Consequences of grassland de-intensification for ensilability and feeding value of herbage // Landbauforschung Völkenrode, 1999. Sonderheft 206. P. 41-53.
9. Davies D.R., Fychan R., Jones R. Aerobic deterioration of silage: causes and controls // Nutritional Biotechnology in the feed and Food Industries: Proceedings of Alltech's 23 rd Annual Symposium. Nottingham, 2007. P. 227-238.
10. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows / L. Kung, C.C. Taylor, M.P. Lynch, J.M. Neylon // Journal of Dairy Science, 2003. Vol. 86. No. 1. P. 336-343.
11. Победнов Ю.А., Косолапов В.М. Биологические основы силосования и сенажирования трав (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 2. С. 31-41.
12. Бондарев В. Силос в рукавах и рулонах под плёнками // Животноводство России. 2005. № 8. С. 53-54.
13. Дуборезов В.М. Качество объёмистых кормов – решающий фактор в кормопроизводстве // Актуальные проблемы технологии приготовления кормов и кормления сельскохозяйственных животных: материалы юбил. науч.-практ. конф. к 100-летию А.А. Зубрилина. Дубровицы: ВИЖ, 2006. С. 14-15.
14. Методы анализа кормов / В.М. Косолапов, И.Ф. Драганов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, Л.М. Коровина, Ф.В. Воронкова, М.В. Мамаева. М.: ООО «Угрешская типография», 2011. 219 с.
15. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьёв, А.И. Фицев и др. М.: ВАСХНИЛ, 1989. 44 с.
16. Вайсбах Ф. Будущее консервирования кормов // Проблемы биологии продуктивных животных, 2012. № 2. С. 49-70.
17. Grawskaw R. Reducing losses during ensiling // Developments in silage: Papers presented at a seminar held at Oxford 18 March 1987. Oxford, 1987. P. 23-26.
18. Победнов Ю.А. О новообразовании сахара при провяливание трав // Кормопроизводство. 2012. № 8. С. 37-40.
19. Хелдт Г.-В. Биохимия растений [Электронный ресурс] / пер. с англ. М.А. Брейгиной, Т.А. Власовой, М.В. Титовой, В.Ю. Штратниковой. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 471 с.
20. Бориневич В.А. Приготовление и хранение сена и травяной муки. М.: Россельхозиздат, 1970. 143 с.
21. Отрошко С.А., Шевцов А.В. Механизированные способы обработки трав при скашивании для ускорения влагоотдачи // Кормопроизводство. 2010. № 5. С. 45-48.
22. Андреев Н.Г. Кормопроизводство с основами ботаники. М.: Сельхозгиз, 1954. 392 с.
23. Победнов Ю.А. Новые подходы к прогнозированию эффективности и оптимизации процессов силосования трав // Проблемы биологии продуктивных животных. 2009. № 3. С. 89-100.
24. Победнов Ю.А. Вторичная ферментация и аэробная порча силоса: причины возникновения и способы устранения // Кормопроизводство. 2005. № 11. С. 24-29.
25. Knabe O., Fechner M., Weise G. Verfahren der Silageproduktion. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1986. 300 s.
26. Победнов Ю.А., Мамаев А.А., Иванова М.С. К вопросу сенажирования и силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий // Продовольственная безопасность сельского хозяйства в XXI веке. Жученковские чтения II: сб. науч. тр. М., 2016. Вып. 11(59). С. 180-188.

27. McKersie B., Buchanan-Smith J. Changes in the levels of proteolytic enzymes in ensiled alfalfa forage // Canadian Journal of Plant Science. 1982. V. 62. № 1. P. 111-116.
28. Производство кормов / С.П. Смелов, С.С. Шаин, Е.А. Зыкова, С.Я. Зафрен. М.: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1955. 303 с.
29. Pahlow G. Role of microflora in forage conservation // Landbauforschung Völkenrode, 1991. Sonderheft 123. P. 26-36.
30. Henderson A.R. Biochemistry in forage conservation // Landbauforschung Völkenrode, 1991. Sonderheft 123. P. 37-47.
31. Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий / Ю.А. Победнов, А.А. Мамаев, М.С. Иванова, К.Е. Юртаева // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 1. С. 213-220.

Победнов Юрий Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией консервирования и хранения кормов ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, научный городок, к. 1, тел.: 8-967-031-70-33, e-mail: yurypobednow@yandex.ru

Сычёв Андрей Михайлович, аспирант ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, научный городок, к. 1, тел.: 8-917-575-00-55, e-mail: 9175750055@mail.ru

Поступила в редакцию 16 мая 2018 года

UDC 636.085.7

Pobednov Yuri Andreevich, Sychev Andrei Mikhailovich

FSBSI «Federal Scientific Center of Fodder Production and Agroecology named after V.R. Williams»,
e-mail: yurypobednow@yandex.ru

Ensilage of the seasoned alfalfa in rolls, packed in a film, – is an alternative to artificial drying

Summary. According to the chemical composition, eating and energy nutritional value of dry matter, ensilage from the cured alfalfa, prepared in rolls packed in film, is not inferior to the artificially dried alfalfa stripes, provided that the plants are mowed down not later than the budding phase. A disadvantage of cured silage from alfalfa dried to the dry matter content of 36-41 % is its storage instability, caused by the accumulation of a large amount of ammonia in the first two weeks of mass fermentation, which increases the buffer capacity of plants. As a result, against the background of restraining lactic acid fermentation with high osmotic pressure in plant cells, feed for a long time does not acidify to a pH limiting the development of oleaginous bacteria, which determines the inevitable accumulation of some amount of butyric acid in it. The peculiarity of ensilage from cured alfalfa mass is that, due to the favorable fermentation process, the lactic acid and oil-lactic bacteria develop simultaneously for a long time, using sugar as the substrate of nutrition.

That is why, the accumulation of butyric acid does not lead to an increase in nutrient losses and the formation of harmful and poisonous compounds in feed. At the same time, an insufficiently high content of dry matter in green mass necessitates a relatively strong acidification, which, against the backdrop of slow accumulation of lactic acid and an acute shortage of sugar, often causes a secondary fermentation in the corium. To minimize the accumulation of ammonia and butyric acid in the silage, and also to avoid the risk of secondary fermentation in it, alfalfa should be rapidly cured in the field to a dry matter content ≥ 40 %, picked up from rolls by baling machine treated with lactic acid and sealed with a winding film.

Key words: alfalfa, artificial drying, silage, rolls of silage, rolls of silage, critical pH, proteolysis, preparations of lactic acid bacteria.

УДК 631.11:631.432.2(470.56)

Влияние предшественников на продуктивность яровой твёрдой пшеницы, усвоение осадков и весенние запасы влаги в почве на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала

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. В статье приводятся результаты многолетних стационарных исследований в опытах по изучению различных предшественников яровой твёрдой пшеницы. Изучены двупольные, четырёхпольные, шестипольные севообороты и бессменные посевы яровой твёрдой пшеницы. Впервые на чернозёмах южных под эту культуру апробируются сидеральные пары в системе различных видов севооборотов. В качестве сидератов применялись горох, яровой рапс и вика.

Зелёное удобрение используется для обогащения почвы биологическим азотом. В связи с чем в опытах взяты культуры с наибольшим содержанием в них белка. При пожнивной сидерации для защиты почвы от всех видов эрозии в опытах изучается суданская трава. При этом эффективность паров в статье рассматривается только по первой культуре – яровой твёрдой пшенице.

Установлено, что в сравнении с контролем (пар чёрный) применение под яровую твёрдую пшеницу полной и пожливной сидерации более эффективно. Обусловлено это, прежде всего, особенностями водного режима почвы. В почвозащитном и сидеральном парах в результате использования почвенной влаги парозанимающими культурами её значительно меньше, а за счёт лучшего усвоения осадков, особенно весенних талых вод, количество продуктивной влаги выравнивается в сравнении с чёрным паром.

В качестве непаровых предшественников под яровую твёрдую пшеницу можно использовать озимые по чёрному пару, кукурузу на силос и горох, которые незначительно снижают урожайность.

Ключевые слова: яровая твёрдая пшеница, предшественник, сидеральный пар, почвозащитный пар, кукуруза, горох, бессменный посев яровой твёрдой пшеницы, водный режим почвы, усвоение осадков, урожайность.

Введение.

Среди зерновых культур яровая твёрдая пшеница является самой ценной не только в Оренбуржье и на юго-востоке европейской части, но и в целом в засушливых регионах России. Эта культура очень требовательна к плодородию почвы и основным её показателям. При возделывании яровой твёрдой пшеницы ведущее место отводится предшественнику.

По результатам многочисленных исследований в Оренбургской области лучшим предшественником для твёрдой пшеницы является пар чёрный [1-5]. Однако в озимосеющих зонах области он отводится под посев озимой ржи или озимой пшеницы, так как по урожайности эти культуры превосходят твёрдую пшеницу в 1,5-2,0 раза. В связи с этим твёрдую пшеницу по чистым парам высевают только в восточной зоне в случае гибели озимых от весенних заморозков и низкой температуры зимой.

При размещении твёрдой пшеницы по чистым парам имеется существенный недостаток, который сводится к подверженности парового поля в сильной степени водной, ветровой и биологической эрозиям, а полосное размещение пара является очень затратным агроприёмом и практически не находит применение в производстве. Эта проблема в результате наших исследований успешно решена с помощью почвозащитного пара, занятого летним посевом суданской травы [6].

Вторым недостатком парового поля под яровую твёрдую пшеницу является интенсивная минерализация гумуса в период парования, вследствие чего образуется большое количество нитратного азота, который вымывается весной талыми водами, а часть его опускается в нижние недоступные горизонты. Другая часть переходит в неусвояемую для растений форму в результате денитрификации.

Впервые нами в условиях степной зоны Южного Урала разработаны сидеральные пары под яровую твёрдую пшеницу, которые не только обогащают почву биологическими питательными веществами (в основном азотом), но и защищают её от всех видов эрозии, повышают урожайность твёрдой пшеницы и обеспечивают получение экологически чистой продукции высокого качества [7, 8].

Важность применения зелёного удобрения особенно значима в настоящее время, когда практически не вносится навоз, в мизерном количестве применяются минеральные удобрения, а земледелие в Оренбургской области ведётся с отрицательным балансом гумуса.

Цель исследования.

Изучить предшественников под яровую твёрдую пшеницу и установить их влияние на урожайность культуры, усвоение осадков и весенние запасы влаги в почве.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Яровая твёрдая пшеница по различным предшественникам (пар чёрный, пар почвозащитный, пар сидеральный, озимые, кукуруза на силос, горох, бессменный посев яровой твёрдой пшеницы).

Характеристика территорий, природно-климатические условия. В районе проведения исследований (центральная зона Оренбургской области) среднемноголетнее количество осадков за год составляет 367 мм, продолжительность безморозного периода – 144 дня, число дней с температурой выше +10 °С – 129, число дней с суховеями – 37, среднегодовая температура воздуха – +3,2 °С.

Исследования велись на чернозёмах южных с содержанием гумуса в пахотном слое почвы до 4 %, доступного фосфора – до 2,5 мг и обменного калия – до 38 мг на 100 г почвы. Наименьшая полевая влагоёмкость в метровом слое почвы составляла 297 мм, в полуметровом – 389 мм.

Место проведения опытов – территория опытного поля № 1 с. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области.

Метод закладки опыта – полевой, в 4-кратной повторности в пространстве и 18-кратной – во времени.

Площадь делянок в четырёх- и шестипольных севооборотах составляет 864 м² – 14,4×60 м, в двупольных (при чередовании с кукурузой и горохом) и бессменном посеве яровой твёрдой пшеницы она составляет 432 м² – 7,2×60 м.

Исследования проводились в четырёхпольных севооборотах с 2000 по 2002 годы, в шестипольных многопольях и при бессменном возделывании яровой твёрдой пшеницы – с 2000 по 2017 годы на базе длительного стационарного опыта по севооборотам и бессменным посевам Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства, заложенного в 1988 году.

Схема эксперимента. Чередование культур в двупольном севообороте: яровая твёрдая пшеница – кукуруза на силос, яровая твёрдая пшеница – горох. Чередование культур в 4-польном севообороте: пары-яровая твёрдая пшеница-яровая мягкая пшеница-ячмень. Чередование культур в 6-польном севообороте: пары-яровая твёрдая пшеница-яровая мягкая пшеница-горох-яровая мягкая пшеница-ячмень.

Оборудование и технические средства. В исследованиях применялась та же российская техника, что и в условиях производства: гусеничный трактор – ДТ-75, колесный трактор – ТЗ-80, отвальный плуг – ПЛН-5-35, дисковая сеялка – СЗП-3,6, культиваторы – КПС-4 и КРН-4,2, кольчатые катки – ЗККШ-6 и зубовые бороны – БЗСС-6. Для учёта урожая использовался малогабаритный зерновой комбайн «Сампо-500» («SAMPO ROSENLEW», Финляндия).

Статистическая обработка. Экспериментальные данные опытов статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.1» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Основной причиной отсутствия эффективности чёрного пара по накоплению влаги перед посевом яровой твёрдой пшеницы в сравнении с почвозащитным и сидеральными парами является низкая усвояемость осадков второго осенне-зимне-весеннего периода (табл. 1).

Таблица 1. **Весенние запасы продуктивной влаги по различным предшественникам и урожайность яровой твёрдой пшеницы в зависимости от них (среднее за 2000-2002 гг.)**

Вид пара	Продуктивная влага в слое почвы 0-150 см, мм	Процент усвоения осадков почвой	Урожайность, ц с 1 га	+ или – к контролю
Пар чёрный безотвальный (контроль)	222	14,5	17,8	-
Пар почвозащитный	235	45,2	19,3	+1,5
Пар сидеральный (горох)	244	45,6	20,0	+2,2
Пар сидеральный (яровой рапс)	231	36,0	18,1	+0,3
Пар сидеральный (яровая вика)	229	40,0	18,9	+1,1
НСР ₀₀₅ по урожайности, ц/га = 2,5				

Примечание: количество осадков за период «уборка предшественника-посев яровой твёрдой пшеницы» составило 275 мм

Такое явление объясняется, несмотря на проведение глубокой безотвальной обработки почвы в конце парования, высокой её плотностью и низкой водопроницаемостью, особенно во время снеготаяния. В этот период пахотный слой почвы в чёрном пару находится в пределах наименьшей полевой влагоёмкости, когда влага не усваивается и при наличии склона стекает в виде талых вод, а на ровных участках скапливается и интенсивно испаряется как с водной поверхности.

В почвозащитном и сидеральном парах осенью в результате использования почвенной влаги парозанимающими культурами её значительно меньше, однако за счёт лучшего усвоения осадков, особенно весенних талых вод, количество продуктивной влаги перед посевом яровой твёрдой пшеницы выравнивается в сравнении с чёрным паром.

Процент усвоения осадков в чёрном пару составил 14,5, тогда как в почвозащитном и сидеральных парах – от 36,0 до 45,6 (табл. 1). В связи с этим урожайность яровой твёрдой пшеницы на занятых парах была даже несколько выше, чем на контроле (однако разница статистически не доказана).

В более длительном стационарном исследовании (табл. 2) изучение предшественников яровой твёрдой пшеницы проводилось в 2- и 6-типольных севооборотах. В качестве сидеральной культуры 10 лет из 18 был донник двулетний жёлтый, остальные 8 лет – злаково-бобовая смесь (овёс+горох).

В приведённом опыте, как и выше, основной причиной низкой эффективности чёрного пара по влиянию на урожайность твёрдой пшеницы явилось ухудшение водного режима почвы во второй осенне-зимне-весенний период его парования. Процент усвоения осадков почвой за это время в чёрном пару составил всего 9, тогда как максимальный он был по предшественнику кукуруза – 60, а самый низкий (41 %) – после сидерального пара. В связи с таким явлением урожайность яровой твёрдой пшеницы на всех вариантах опыта в сравнении с контролем была практически одинаковой, за исключением её бессменного посева, где урожайность снизилась на 3,5 ц с 1 га.

Таблица 2. Урожайность яровой твёрдой пшеницы в зависимости от весенних влагозапасов различных видов предшественников (среднее за 2000-2017 гг.)

Вид предшественников	Продуктивная влага в слое почвы 0-150 см, мм	Процент усвоения осадков почвой	Урожайность, ц с 1 га	+ или – к контролю
Пар чёрный безотвальный (контроль)	283	9	13,2	-
Пар почвозащитный	263	50	14,2	+1,0
Пар сидеральный	264	41	14,4	+1,2
Озимые по чёрному пару	262	53	12,6	-0,6
Кукуруза на силос	254	60	12,2	-1,0
Горох	246	54	13,1	-0,1
Бессменный посев яровой твёрдой пшеницы	241	49	9,7	-3,5
НСР ₀₀₅ по урожайности, ц/га = 1,5				

Примечание: количество осадков за период «уборка предшественника-посев яровой твёрдой пшеницы» составило 283 мм

Обсуждение полученных результатов.

В результате исследования на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала в 1999-2003 годах наблюдается, что за весенне-летний период парования чёрный пар теряет 44,0 мм и 59,5 мм или 23,2 % и 21,0 % продуктивной влаги в слоях почвы 0-30 см и 0-100 см. Аналогичная ситуация складывалась и в пахотном слое почвы, в котором потери влаги составляют 17,6 мм или 34,1 %.

В период посева яровой твёрдой пшеницы влажность почвы выравнивалась по всем видам пара. Чёрный пар к моменту посева твёрдой пшеницы в среднем за пять лет сохраняет влагу как в метровом, так и в пахотном слоях почвы [9].

В исследованиях Богрякова А.Н. установлено, что за период парования почвозащитный и сидеральный пары потребляют значительное количество влаги (174,5 мм и 161,9 мм в полуметровом слое почвы) на формирование зелёной массы суданской травы и сидерата, но к моменту посева твёрдой пшеницы запасы влаги выравниваются по сравнению с чёрным паром. Таким образом, эти виды пара восстанавливают свои запасы влаги за счёт лучшего усвоения осенне-зимних и весенних осадков [10, 11].

В результате проведённого исследования на длительном стационарном опыте Оренбургского научно-исследовательского института отмечено, что наибольшая урожайность яровой твёрдой пшеницы за четыре ротации севооборотов наблюдается после почвозащитного и сидерального паров: на удобренном фоне питания она составляет соответственно 13,6 и 12,8 ц/га, на неудобренном – 13,0 и 12,4 ц/га. Лучшим предшественником яровой твёрдой пшеницы по урожайности оказались занятые пары (почвозащитный и сидеральный), где её прибавка по сравнению с контролем (чёрный кулисный пар) на удобренном фоне питания составила соответственно 2,3 и 1,4 ц/га и на неудобренном – 1,7 и 1,0 ц/га. Особенно заметное преимущество этих паров проявлялось в засушливые годы [12].

В связи с этим нашими исследованиями в 2000-2002 годах установлено, что в посевах яровой твёрдой пшеницы по предшественнику (пар сидеральный) получены наибольший запас продуктивной влаги в слое почвы 0-150 см и процент усвоения осадков почвой, а также отмечается максимальная урожайность, значения которых составляют соответственно 244 мм, 45,6 % и 20,0 ц/га. Увеличение урожайности при возделывании яровой твёрдой пшеницы по сидеральному пару на 2,20 ц/га в сравнении с контролем (пар чёрный безотвальный) объясняется тем, что в посевах накапливается биологический азот за счёт гороха, наибольшие весенние запасы продуктивной влаги и иссушенная почва после влаголюбивого предшественника усваивает большое количество

осадков, которые благоприятно влияют на рост и развития культуры. Другие предшественники (пары, занятые суданской травой, яровой викой и яровым рапсом) повышают урожайность яровой твёрдой пшеницы на 1,5 ц, 1,1 ц и 0,3 ц с 1 га.

Таким образом, в исследованиях с 2000 по 2017 годы наблюдается на контроле лучшее накопление запасов продуктивной влаги по чёрному пару, которое составляет 283 мм при урожайности культуры 13,2 ц с 1 га. За время парования происходит накопление и сохранение продуктивной влаги, что сказывается на благоприятном формировании урожайности пшеницы. Большая усвояемость осадков почвой отмечается в посевах яровой твёрдой пшеницы по предшественнику «кукуруза на силос» и составляет 60 % при урожайности 12,2 ц/га. При возделывании кукурузы на силос происходит вытягивание продуктивной влаги в слое почвы 0-150 см, которое сопровождается иссушением почвы перед уходом пашни в зиму, поэтому происходит активное усвоение осадков почвой на следующий сельскохозяйственный год.

Наибольшая урожайность культуры отмечается по сидеральному и почвозащитному парам и составляет 14,4 и 14,2 ц/га. Увеличение продуктивности культуры по этим предшественникам на 1,2 и 1,0 ц/га по сравнению с контролем происходит за счёт сидерации, оптимальных запасов продуктивной влаги и хорошей усвояемости осадков.

Наименьшая продуктивность зерна отражена в бессменном посеве яровой твёрдой пшеницы и составляет 9,7 ц/га при влажности почвы 241 мм и усвояемости осадков 49 %. Такое наблюдение объясняется тем, что бессменное возделывание культуры приводит к вымыванию из почвы минеральных веществ за счёт большой усвояемости влаги, истощению почвы, накоплению в почве токсических веществ, нехватке питательных веществ (N, P, K), повышению засорённости посева, размножению зерновых вредителей (клоп черепашка, злаковые мухи и стеблевые совки) и проявлению бурой листовой ржавчины и корневой гнили в отдельные годы.

Выводы.

1. В результате исследования отмечается различное влияние предшественников на увеличение продуктивности яровой твёрдой пшеницы, весенних запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-150 см и усвоение большого количества осадков. Так, горох и злаково-бобовая смесь (овёс+горох) способны поднять урожайность культуры до максимума, чёрный и сидеральный пары накапливают и сохраняют весенние запасы влаги в полутораметровом слое почвы. Предшествующие влаголюбивые культуры (горох и кукуруза на силос) потребляют большое количество продуктивной влаги в почве, что приводит к активной усвояемости осадков в посевах пшеницы.

2. Основной причиной низкой эффективности чёрного пара по влиянию на урожайность твёрдой пшеницы является ухудшение водного режима почвы во второй осенне-весенний период его парования.

3. Горох, яровой рапс и вика в качестве парозанимающих культур обеспечивают прибавку урожайности яровой твёрдой пшеницы до 0,22 т с 1 га.

4. Яровую твёрдую пшеницу следует размещать кроме чёрного пара по почвозащитным и сидеральным парам. В качестве непаровых предшественников под эту культуру можно использовать озимые по чёрному пару, кукурузу на силос и горох, которые незначительно снижают урожайность.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Аникович В.Ф., Кремер Г.А. Приёмы совершенствования технологии возделывания твёрдой пшеницы // Пути увеличения производства зерна в Оренбургской области. Уфа, 1987. С. 16-20.

2. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Обеспеченность растений яровой твёрдой пшеницы азотом в зависимости от условий агротехники и её урожайность // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5. С. 27-30.
3. Бесалиев И.Н., Тухфатуллин М.Ф. Урожайность сортов твёрдой пшеницы на фоне различных видов основной обработки почвы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. Т. 1. № 21. С. 22-23.
4. Сандакова Г.Н. Твёрдая пшеница в целинных районах Оренбургского Зауралья: перспективы производства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2004. № 1. С. 30-31.
5. Крючков А.Г., Тейхриб П.П., Попов А.Н. Твёрдая пшеница (современные технологии возделывания). Оренбург: ООО «Орен. кн. изд-во», 2008. 704 с.
6. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург, 2008. 230 с.
7. Максютлов 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.
8. Влияние густоты стояния растений яровой твёрдой пшеницы на её урожайность в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максютлов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3. С. 16-18.
9. Влияние различных видов пара на накопление продуктивной влаги в севооборотах на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала / Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 1(75). С. 114-117.
10. Богряков А.Н. Приёмы повышения плодородия чернозёмов южных в полевых севооборотах степного Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2004. 222 с.
11. Богряков А.Н. Приёмы повышения плодородия чернозёмов южных в полевых севооборотах степного Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2004. 27 с.
12. Урожайность твёрдой пшеницы в зависимости от предшественников в полевых севооборотах и при бессменном посеве в Оренбургском Предуралье / В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 40-43.

Максютлов 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 21 мая 2018 года

UDC 631.11:631.432.2(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

The influence of precursors on the spring hard wheat productivity, assimilation of precipitations and the spring moisture reserves in the chernozem soil of the southern steppe zone of the Southern Urals

Summary. The article presents the results of long-term stationary studies in experiments on various precursors of spring hard wheat. Two-field, four-field, six-field rotation and permanent sowing of spring hard wheat were studied. The green-manured fallows are tested for the first time for this culture on gray southern chernozems in the system of various types of crop rotation. Pea, spring rape and vetch were used as green manure crops.

Green fertilizer is used to enrich the soil with biological nitrogen. In this connection, the cultures with the highest protein content were taken in the experiments. Sudan grass is studied in experiments to protect the soil from all types of erosion during green manuring. At the same time the article provide the review of the fallows effectiveness only for the first crop – spring hard wheat.

It has been established that in comparison with the control (weed-free fallow), the application of green manuring and stubble for spring wheat is more effective. This is conditioned, first of all, by the peculiarities of the soil water regime. It is much less moisture in soil-protecting and green-manured fallows as a result of the soil moisture use by green-manured crops, and due to better assimilation of precipitation, especially spring thawed waters, the amount of productive moisture is equalized in comparison with weed-free fallow.

As nonfallow predecessors for spring hard wheat the winter crops for weed-free fallow, corn for silage and pea can be used which slightly reduce yields.

Key words: predecessor, spring hard wheat, green-manured, soil-protecting fallow, corn, pea, permanent seeding of spring hard wheat, soil water regime, assimilation of precipitation, yield.

УДК 633.11:551.5(470.56)

Зависимость агробиологических показателей посевов яровой твёрдой пшеницы от метеофакторов межфазных периодов её вегетации в условиях Оренбургского Предуралья

И.Н. Бесалиев, Я.А. Каравайцев

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

Аннотация. В статье приводятся результаты корреляционно-регрессионного анализа связи агробиологических показателей посевов яровой твёрдой пшеницы (число всходов, число растений к уборке, число продуктивных стеблей, сохранность растений) от метеофакторов межфазных периодов вегетации твёрдой пшеницы в Оренбургском Предуралье.

Актуальность рассматриваемой темы определяется отсутствием подобного анализа связи агробиологических показателей с метеоусловиями периода вегетации твёрдой пшеницы в засушливых условиях.

Целью исследований является установление оптимальных параметров температуры воздуха, количества осадков, средней относительной влажности воздуха, показателя атмосферной засушливости с учётом возделывания твёрдой пшеницы по различным предшественникам для формирования оптимального количества всходов, числа растений к уборке, количества продуктивных стеблей и сохранности растений к уборке.

В качестве исходных данных для анализа служили результаты полевых экспериментов с яровой твёрдой пшеницей по изучению предшественников – чёрный пар, кукуруза на силос, мягкой пшеницы, а также данные гидрометеоцентра «Оренбург» по погодным факторам месяцев периода вегетации.

Результаты представлены в виде оптимальных параметров метеофакторов, соответствующие научно обоснованным значениям агробиологических показателей для формирования наибольшей урожайности твёрдой пшеницы в изучаемой зоне возделывания.

Ключевые слова: яровая твёрдая пшеница, предшественник, корреляционные отношения, число всходов, число растений к уборке, сохранность растений, чёрный пар, кукуруза на силос, мягкая пшеница, метеоусловия.

Введение.

Продуктивность агроценоза определяется как густотой стеблестоя, так и продуктивностью отдельного растения, параметры которых зависят от метеорологических факторов и условий агротехники.

Рассмотрение роли метеофакторов в целом за период вегетации не всегда позволяет понять их влияние на продуктивность. Подробный анализ связи продуктивности с погодными условиями за отдельные межфазные периоды более предпочтителен.

Особое значение имеет температурный режим периода вегетации [1-3]; чувствительность растений к температурному фактору определяется временем наступления очередных этапов органогенеза конуса нарастания [4].

Оптимальным следует считать следующий температурный режим для продуктивности яровой пшеницы: до фазы выхода в трубку – +10...+15 °С, во время цветения – +15...+25 °С, в период молочной спелости зерна – +15...+20 °С [5]. При температурах +38 °С и выше в период основных фаз вегетации в течение нескольких дней происходят необратимые изменения в растениях пшеницы [6, 7].

Выявлено, что при повышении дневных/ночных температур от 13 °С/7 °С до 25 °С/19 °С возможно снижение показателя массы зерновки ($1 \text{ мг} \cdot 1^{-1}$) [8].

Кроме температурного режима периодов вегетации яровой пшеницы важное значение имеет влагообеспеченность. Дефицит влаги в период формирования зерна снижает количество зёрен в колосе [9-11].

В качестве компенсирующего фактора отрицательного влияния погодных показаний метеоусловий (максимальной температуры воздуха, низкой влагообеспеченности) выступают элементы агротехники, среди которых предшественники занимают особое место. Дело в том, что чёрный пар формирует как по запасам влаги, так и по содержанию питательных веществ условия для вегетации, сравнимые с условиями благоприятных лет. В то время как пропашные и зерновые предшественники характеризуются менее благоприятными условиями.

Цель исследования.

Изучить зависимость основных агробиологических показателей формирования продуктивности яровой твёрдой пшеницы (число всходов, число продуктивных стеблей, сохранность растений к уборке, число зёрен в колосе) от метеоусловий периода вегетации и межфазных периодов по различным предшественникам.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Яровая твёрдая пшеница, возделываемая по различным фонам предшественников.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Экспериментальные исследования проделаны в центральной зоне Оренбургской области. Климат зоны – резко континентальный, сумма эффективных температур составляет 2200-2800 °С, годовое количество осадков – от 300 до 400 мм в год.

Почвы ОПХ «Урожайное» – чернозёмы обыкновенные, среднесиловые, средне- и малогумусные. Содержание аммиачного азота в пахотном слое – 6,5-7,5 мг на 100 г сухой почвы, подвижного фосфора – 3,5-4,5 мг на 100 г сухой почвы. Содержание гумуса – 4,7-7,6 %. РН почвенного раствора – нейтральная.

Почвы опытного поля № 1 с. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области – чернозёмы южные, среднесиловые, карбонатные с содержанием гумуса в слое – 0-30 см 3,6-4,5 %, аммиачного азота – 4,2-5,8 мг, доступного фосфора – 1,6-2,7 мг, обменного калия – 34-40 мг на 100 г сухой почвы. РН почвенного раствора – 7,1...8,2. Опытный участок расположен в 10 км восточнее г. Оренбург.

Метеорологические условия вегетации яровой твёрдой пшеницы в годы проведения исследования были контрастными.

В 2006 году отмечались отклонения средней температуры воздуха от среднесиловых значений в сторону повышения в июне на 1,4-7,1 °С и в сторону снижения в июле – на 3,9-4,9 °С. Осадков за вегетацию выпало 141 мм (102 % к норме) с недостатком их в первой-второй декадах июня и первой декаде июля. ГТК периода вегетации – 0,71 ед.

В 2007 году средняя температура воздуха за вегетацию была в пределах нормы с превышениями в мае на 6,3 °С и снижениями в июне на 2,1-3,3 °С. Количество осадков – 178 мм (124 % от нормы), основное их количество выпало в третьей декаде июня-второй декаде июля. ГТК в 2007 году за период вегетации составил 0,90.

Метеоусловия 2008 года были в целом благоприятными. Температура воздуха в среднем была в пределах нормы с отклонениями в 1-й декаде июня (-5,2 °С) и в июле (+2,7...+3,0 °С). Осадков выпало 123 % от нормы с недостатком в июле (66 % нормы).

Погодные условия 2009 года в период вегетации яровой мягкой пшеницы характеризовались как неблагоприятные. В мае температурный режим находился в пределах нормы. В июне наблюдалось нарастание температуры воздуха, когда превышение средних значений июня составило 4,4-4,6 °С, а в июле – на 2,0-2,3 °С выше среднесиловой. В мае выпало 35 мм осадков, что составило 92 % нормы. В июне их выпало 45 % месячной нормы – 20 мм, а в июле – всего лишь 14 мм (34 % нормы).

Схема эксперимента. Для анализа использованы данные многолетних полевых опытов с яровой твёрдой пшеницей на чернозёмах южных и обыкновенных по изучению сроков сева, норм высева и доз удобрений на фоне различных предшественников, а также сортовой реакции на приёмы основной обработки почвы.

Опыты закладывались в бывших ОПХ «Урожайное» и опытного поля № 1 с. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области. В опытах изучались 3 предшественника – чёрный пар, кукуруза на силос и мягкая пшеница, а также варианты обработки почвы: вспашка, безотвальное рыхление и без обработки. Повторность – четырёхкратная. Посев яровой твёрдой пшеницы осуществлялся сеялкой с нормой высева 4,5 млн всхожих семян на гектар.

Изменение температуры посевного слоя почвы проводились через каждые 0-10 см, начиная от даты посева до фазы полных всходов.

Учёт количества всходов, числа растений к уборке, числа продуктивных стеблей проводили по методике Госсортсети [12] на специальных опытных площадках в 1 м² в двух повторениях опыта. Сохранность растений к уборке высчитывалась отношением числа растений к уборке к числу всходов. В опыте проводились фенологические наблюдения по вышеуказанной методике.

Межфазные периоды вегетации яровой твёрдой пшеницы высчитаны по данным фенологических наблюдений.

Метеорологические показатели температурных периодов рассчитаны по данным погодных факторов гидрометеоцентра «Оренбург» в привязке к данным наступления фенофаз. При анализе метеорологических факторов использованы как прямые показатели декад (температура воздуха, осадки и т. д.), так и вычисленные по соответствующим формулам многомерные показатели.

Коэффициент влагообеспеченности (К) рассчитывался по формуле (1) М.К. Каюмова [13]:

$$K = \frac{W+P}{E}, \quad (1)$$

где: W – запас продуктивной влаги в метровом слое почвы перед посевом, мм;

P – сумма осадков за вегетационный период твердой пшеницы, мм;

E – потребность в воде по формуле (2) А.М. Алпатьева [14]:

$$E=0,65\sum D, \quad \text{мм} \quad (2)$$

Показатель атмосферной засушливости (Паз) рассчитывался по формуле (3) Синицина С.С. [15]:

$$\text{Паз} = E_m - O_m, \quad (3)$$

где O_m – осадки за месяц, мм;

E_m – испаряемость за тот же месяц (мм) (4) по эмпирической формуле, которая имеет вид:

$$E_m = 0,0018 \times (25+t) \times (100-a), \quad (4)$$

где: t – средняя температура воздуха за месяц, °С,

a – средняя относительная влажность воздуха, %,

(100-a) – сухость воздуха, дефицит относительной влажности, мм.

Оборудование и технические средства. При проведении исследований использованы: плуг ПЛН-4-35 (Россия), стойки СиБИМЭ (Россия), сеялка СН-16 (Россия), культиватор КПС-4 (Россия), буры-пробоотборники (Россия), термометр метеорологический ТМ-4 (Россия), влагомер зерна «Фауна-М» (Россия), сушильный шкаф ШС-80.01 (Россия), сушильный шкаф СЭШ-3М (Россия), весы электронные НСВ-6024 (Великобритания).

Статистическая обработка. Расчёты корреляционно-регрессионных связей агробиологических показателей от метеоусловий межфазных периодов вегетации твёрдой пшеницы выполнены с использованием пакета программ «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Изучение зависимости полевой всхожести семян от температуры пахотного слоя почвы в опыте с вариантами её обработки показало, что эта связь значительна как для посевного, так и более глубокого горизонта (табл. 1).

Таблица 1. Зависимость полевой всхожести семян сортов твёрдой пшеницы от температуры слоёв почвы периода посев-всходы

№ п/п	Показатели	Значения показателей	v, %	η%	F ₀₅	
					фак- тиче- ское	теоре- тиче- ское
1	Температура слоя почвы 0-10 см, °C, x ₀	12-21 15,8±3,9	24,94	-	-	-
2	Полевая всхожесть семян, %, y ₀	48,9-77,3 65,6±8,76	13,36	0,812	2,77	1,46
$Y_0=53,132+3,463 \cdot x_0-0,159 \cdot x^2 \pm 5,27$, %, для 65,97 % случаев						
3	Температура слоя почвы 10-20 см, °C, X ₁	10,5-19,2 14,26±3,75	26,31	-	-	-
4	Полевая всхожесть семян, %, y ₁	42,9-77,2 65,5±8,38	12,79	0,841	3,22	1,46
$Y_1=57,797+2984 \cdot x_1-0,161 \cdot x^2 \pm 4,67$, %, для 70,72 % случаев						

В годы с резким нарастанием температурного режима воздуха весной наличие стерни на поверхности почвы (безотвальное рыхление, без обработки) является фактором снижения температуры посевного слоя почвы.

В то же время отмечается довольно быстрое (к появлению полных всходов) выравнивание показателей температуры по разным приёмам обработки как в верхнем (0-10 см), так и более глубоких слоях.

Установлено, что оптимальные значения температуры почвы для получения полевой всхожести семян 75-80 % слоя 5 см составляют +12,3 °C, для слоя 5-10 см – +9,4 °C и для слоя 10-20 – +7,6 °C.

Число растений к уборке является одним из основных показателей продуктивности агроценоза. Изучение зависимости этого показателя от запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы после различных предшественников показало неоднозначные результаты.

Не получено достоверных связей по предшественнику чёрный пар. Объясняется это лучшей влагообеспеченностью посевов по пару с начала вегетации, позволяющей обойтись минимальными потерями в густоте стояния в последующем. Изучение этих связей по пропашному и зерновому предшественникам выявило наличие достоверных связей для фаз колошения и молочной спелости по предшественнику кукуруза на силос (η от 0,883 до 0,908) и фаз колошения и молочной спелости по предшественнику мягкая пшеница (η=0,749 и 0,785).

Формированию 266-269 растений на 1 м² к уборке соответствует количество продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см в фазе кущения до 121 мм и до 70 мм – в фазе молочной спелости. Такому же количеству растений к уборке по зерновому предшественнику соответствует содержание полезной влаги в метровом слое – 60-61 мм.

Возделывание твёрдой пшеницы по чёрному пару способствует формированию более оптимального стеблестоя с начала вегетации, поэтому теснота связи агробиологических показателей с элементами погодных факторов периода кущение-колошение ниже, чем степень этих же связей

по предшественникам кукуруза на силос и мягкая пшеница. Так, по показателю число растений к уборке при посеве по чёрному пару корреляционные отношения были средней степени (0,634 и 0,687) с двумя показателями – средняя относительная влажность воздуха и коэффициент влагообеспеченности.

Тот же показатель продуктивности при возделывании на фоне пропашного и зернового предшественников более тесно (корреляционные отношения от 0,737 до 0,840 – по кукурузе на силос и от 0,695 до 0,856 – по мягкой пшенице) коррелирует как с показателями температурного режима воздуха, так и его влажности, коэффициентом влагообеспеченности посевов, показателями атмосферной засушливости.

Из метеофакторов последующего межфазного периода (колошение-молочная спелость) связь числа растений к уборке обнаруживается с показателями, характеризующими влагообеспеченность этого периода и связанную с этим влажность воздуха.

Так, по предшественникам чёрный пар и мягкая пшеница существенные связи получены с количеством осадков ($\eta=0,650$ и $0,724$), средней относительной влажностью воздуха ($\eta=0,679$ и $0,791$) и коэффициентом влагообеспеченности ($\eta=0,792$ и $0,710$). При сравнительно одинаковых значениях показателей погодных факторов применительно к предшественникам (сумма осадков за период – 54,4-75,8 мм, относительной влажности воздуха – 81 % и коэффициенте влагообеспеченности 2,58-2,82 ед.) параметры относительных значений числа растений к уборке по чёрному пару составили 281-305 шт. на 1 м², уменьшились по кукурузе на силос до 244-282 шт. на 1 м², а по мягкой пшенице – до 269-283 шт. на 1 м².

Сохранность растений к уборке объективно характеризует благоприятность условий агроценоза и погодных факторов и изменяется в широких пределах. В зависимости от предшественников она может составить: по чёрному пару от 70,3 до 96,4 %, по кукурузе на силос – от 57,7 до 97,5 %, по мягкой пшенице – от 52,3 до 91,6 %.

По нашим данным, наиболее высокие степени связи данного показателя с содержанием продуктивной влаги обнаруживаются по фону пропашного предшественника (корреляционные отношения 0,887 – для фазы кущения, 0,926 – для фазы колошение и молочной спелости соответственно). Степень связи с показателями сохранности по чёрному пару средняя – 0,664-0,663, что говорит о компенсирующей роли данного предшественника в снижении отрицательного влияния недостатка влаги. Данный тезис подтверждается результатами связи метеофакторов периода колошение-молочная спелость с показателями сохранности растений со средней относительной влажностью воздуха ($\eta=0,787$), коэффициентом влагообеспеченности ($\eta=0,660$) и показателем ПАЗ (0,670). Оптимальные различия при этом составляют соответственно 73 % и 2,08 ед. при сохранности растений до уборки 89 %. По мере ухудшения условий предшественников степень связи возрастает и в число значимых факторов включаются температурный режим воздуха, сумма осадков за период и даже продолжительность рассматриваемого периода. Степень связи данных показателей сравнительно высока: от 0,849 – для суммы среднесуточных температур воздуха до 0,434 – для суммы осадков за период по пропашному предшественнику и от 0,854 – для средней относительной влажности воздуха до 0,884 – для продолжительности периода колошение-молочная спелость.

Число продуктивных стеблей определяет основную продуктивность агроценоза. На непаровых фонах предшественников снижение данного показателя относительно чёрного пара весьма существенно: на 65-77 на 1 м² в сравнении с фоном кукуруза на силос и на 70-100 на 1 м² в сравнении с фоном мягкой пшеницы. Таким образом, чёрный пар создаёт более оптимальные условия для формирования колосоносных стеблей. В первую очередь это касается количества продуктивной влаги в разные фазы вегетации.

Изучение связи числа продуктивных стеблей с содержанием полезной влаги в метровом слое почвы в фазах кущения, колошения и молочной спелости показало, что по предшественнику чёрный пар степень этих связей выше и корреляционные отношения составляют от 0,760 до 0,801, в то время как по кукурузе на силос корреляционные отношения изменяются в пределах 0,548-0,613. В засушливых условиях именно условия чёрного пара более предпочтительны для создания

оптимального агроценоза яровой твёрдой пшеницы. Компенсирующая роль чёрного пара как предшественника проявляется ещё и в том, что при практически одинаковых относительных параметрах погодных факторов количество соответствующих им значений числа продуктивных стеблей по чёрному пару превышает показатели по непаровым фонам на 36-40 шт. на 1 м².

Таким образом, изучение зависимости агробиологических показателей посевов яровой твёрдой пшеницы от метеофакторов межфазных периодов её вегетации показало, что показатели, определяющие температурный режим и влагообеспеченность, являются определяющими.

При этом размещение данной культуры по чёрному пару снижает отрицательное влияние неблагоприятных погодных факторов.

Обсуждение полученных результатов.

Проявление любого признака продуктивности является результатом взаимодействия «гено-тип-среда» [16, 17]. Рост урожайности при этом определяется способностью культур противостоять действию факторов, снижающих продуктивность. Недостаточная устойчивость современных сортов к абиотическим и биотическим стрессам ведёт к снижению реализации продуктивности сортов до 25-40 % от их потенциала [18].

При анализе связи урожайности с периодом вегетации культур большинство авторов рассчитывают влияние продолжительности всего периода [19] или его отдельных этапов [20-22]. Отдельные авторы изучали влияние метеоусловий периода посев-колошение [23], периода от выхода флаг-листа до колошения [24].

Но при этом нами не обнаружены результаты исследований, касающихся особенностей формирования агробиологических показателей во взаимодействии факторами межфазных периодов вегетации яровой пшеницы. Нами рассматриваются вопросы адаптации культуры к погодным факторам и возможности регуляции этого процесса приёмами агротехники. Установлена компенсирующая роль парового фона для снижения отрицательного действия лимитирующих факторов погоды на формирование основных агробиологических показателей.

Выводы.

1. Основным погодным фактором межфазных периодов вегетации, определяющим формирование оптимальных параметров агробиологических показателей, является коэффициент влагообеспеченности.

2. Использование чёрного пара в качестве предшественника яровой твёрдой пшеницы является компенсирующим элементом её технологии возделывания, способствующим формированию больших значений агробиологических показателей.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0015)

Литература

1. Пятковская Л.К. Агрометеорологическое обоснование сроков сева. Минск: Урожай, 1977. 104 с.
2. Батталов Ф.З. Сельскохозяйственная продуктивность климата для яровых зерновых культур. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 112 с.
3. Буряков А.Т. Возделывание зерновых культур в ЦРНЗ // Земледелие. 2000. № 6. С. 6-7.
4. Воронин А.И., Стельмах А.Ф. Этапы органогенеза у почти изогенных по локусам Vrn 1-3 линий мягкой пшеницы // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционно-генетического института. 1985. № 1(55). С. 19-23.
5. Schafer W., Klank J., Kunkel K. Einfluvon strahlung und temperature ouy die Netto-CO2 - Aufnahme - rate bei Winter uveizen und Zuckeruben unter Feldbedingugen // Wiss. Z. Humboldt Univ. Berlin. Math. - nature wiss. R. 1984. 33. № 4. S. 377-379.

6. Красносельская-Максимова Т.А. Физиологический анализ захвата при помощи искусственного суховея // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1931. Т. 25. Вып. 3. С. 191-215.
7. Шматько И.Г. Водный режим и засухоустойчивость пшеницы. Киев: Наук. думка, 1977. 199 с.
8. Sofield I., Evans L.T., Wardlaw I.E. The effects of temperature and light on grain filling in wheat // Mechanisms of Regulation of Plant Growth. (Papers presented at an Intern. Plant Physiology Symposium Held at Massey. Univ. Palmerston, North N. Z. (13-18 Aug., 1973). Wellington, 1974. 909 p..
9. Шматько И.Г. Устойчивость растений к водному и температурному стрессам. Киев: Наук. думка. 1989. 224 с.
10. Robins J.S., Domingo C.E. Moisture and nitrogen effects on irrigated spring wheat // Agronomy Journal. 1962. 54. № 1. P. 135-138.
11. Asana R.D., Joseph C.M. Hudiens in physiological analysis of yield 7. Effects of temperature and light on the development of the grain of two varieties of wheat // Indian Journal of Plant Physiology. 1964. 7. № 1. P. 26-101.
12. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1. Общая часть / под ред. д-ра с.-х. наук М.А. Федина. М., 1985. 269 с.
13. Каюмов М.К. Справочник по программированию урожаев. М.: Россельхозиздат, 1977. 188 с.
14. Алпатьев А.М. Влагодобор культурных растений. Л.: Гидрометеиздат, 1954. 254 с.
15. Синицын А.А. Показатель и результаты сравнения агроклиматических условий регионов анализов производства высококачественной яровой пшеницы // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 2. С. 35-39.
16. Михайленко И.М., Драгавцев В.А. Основные принципы моделирования систем взаимодействия «генотип-среда» // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 3. С. 31-34.
17. Кочергина Н.В., Драгавцев В.А. Введение в теорию эколого-генетической организации полигенных признаков растений и теорию селекционных индексов. СПб, 2008. 88 с.
18. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. М.: Агрорус, 2008. Т. 1. 814 с.
19. Агрометеорологические условия формирования продуктивности яровой пшеницы по межфазным периодам онтогенеза / С.И. Прякина, Ю.А. Скляр, М.Ю. Васильева, Ю.Н. Фридман, А.В. Белоцерковская // Известия Саратовского университета. 2008. Т. 8. Новая серия. Серия: Науки о Земле. Вып 1. С. 22-25.
20. Пинчук Л.Г. Продукционный потенциал яровой пшеницы и основные пути его реализации в условиях юго-востока Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2007. 68 с.
21. Кашина И.В. Реакция сортов яровой пшеницы на изменение условий произрастания и приемов агротехники в лесостепи Зауралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курган, 2006. 19 с.
22. Маврин Н.В. Адаптация элементов технологий возделывания озимой и яровой пшеницы к погодным условиям Саратовской области: дис. ... канд. с.-х. наук: Саратов, 2002. 203с.
23. Диденко С. В. Особенности формирования структуры продуктивности посевов: дис. ... канд. с.-х. наук. Астана, 2010. 123 с.
24. Кекало А.Ю., Нестерова Е.В., Немченко В.В. Влияние погодных условий в межфазные периоды вегетации на развитие листовых болезней яровой пшеницы // Аграрный вестник Урала. 2017. № 109(163). С. 8-15.

Бесалиев Ишен Насанович, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела технологии зерновых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8(3532)71-04-88, 8-9228-66-55-99, e-mail: i.besaliev@bk.ru

Каравайцев Ярослав Анатольевич, научный сотрудник отдела технологии зерновых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел. 8-987-876-68-58, e-mail: ya.karavaytsev@bk.ru

Поступила в редакцию 9 апреля 2018 года

UDC 633.11:551.5(470.56)

Besaliev Ishen Nasanovich, Karavaytsev Yaroslav Anatolyevich

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

Dependence of agrobiological parameters of spring hard wheat sowing on weather factors of interphase periods of its vegetation in the conditions of Orenburg piedmont of the western Urals

Summary. The results of correlation regression analysis of agrobiological parameters of spring hard wheat plantings connection (number of shoots, number of plants for gathering, number of productive stems, plants survival) with weather factors of interphase periods of hard wheat vegetative growth in the Orenburg piedmont of the western Urals region are presented in the article.

The relevance of the topic under consideration is determined by the absence of such analysis of the connection between agrobiological parameters and weather conditions of hard wheat vegetation period in arid conditions.

The aim of the study is to determine optimal parameters of air temperature, precipitation, average relative air humidity, indicator of atmospheric aridity taking into account the cultivation of hard wheat by various preceding crops, to form the optimal number of shoots, number of plants to be gathered, number of productive stems and survival of plants for gathering.

The initial data for the analysis were the results of field experiments with spring hard wheat by the study of the preceding crops – black steam, corn for silage, soft wheat and data from the «Orenburg» hydrometeorological center for weather factors of the vegetative period months.

The results are presented in the form of optimal weather factors parameters that correspond to scientifically grounded values of agrobiological indicators for the formation of the highest yield of hard wheat in the studied cultivation zone.

Key words: spring hard wheat, preceding crop, correlation ratio, number of shoots, number of plants for gathering, plant survival index, weedfree fallow, corn for silage, soft wheat, weather conditions.

УДК 633.15:631.811.98

Влияние обработки семян регулятором роста растений Мивал-Агро на формирование урожая зерна кукурузы в различных погодных условиях

А.А. Неверов, Н.И. Воскобулова, А.С. Верецагина

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

Аннотация. Разработка технологии эффективного применения регуляторов роста в зависимости от погодных условий – малоизученная проблема, особенно актуальная в условиях сухой степи Оренбуржья.

Полевой опыт закладывался в 2014-2017 гг. в 4-кратном повторении. Размещение вариантов – систематическое, со смещением во втором ярусе. Площадь делянки – 12,6 м² (2 ряда кукурузы длиной 9 м, междурядье – 70 см). Посев – ручной, во второй декаде мая, на глубину 6-8 см.

Эффективность обработки семян кукурузы регулятором роста растений Мивал-Агро в значительной степени зависела от погодных условий в период формирования зерна (4-7 этапы органогенеза початка). Положительное действие препарата проявлялось в увеличении количества зёрен в початке. Рост температуры и дефицита влажности воздуха до экстремальных пороговых значений и выше нивелировал положительное действие препарата. Наибольшую прибавку урожая зерна кукурузы обеспечила обработка семян за два дня до посева в дозе 30-40 г Мивал-Агро, растворённых в 10 л воды, на 1 т семян.

В целях повышения эффективности работы препарата в экстремальных погодных условиях в период формирования зерна кукурузы необходимо провести дополнительные исследования для преодоления негативных последствий этих условий.

Ключевые слова: кукуруза, регулятор роста растений, урожайность, зерно, Мивал-Агро, погода.

Введение.

Широкое применение регуляторов роста растений в полеводстве в последние годы связано, прежде всего, с их высокой экономической эффективностью. При затратах по применению регулятора роста 15-100 руб. на 1 га дополнительной продукции получают на один-два порядка больше [1].

Применение минеральных удобрений в условиях недостаточного атмосферного увлажнения и высоких цен стало неэкономичным и убыточным.

Разработка технологии эффективного применения регуляторов роста – весьма актуальная задача в наше время.

Известно много работ [1-8], свидетельствующих о высокой эффективности различных по происхождению препаратов на стадии прорастания семян сельскохозяйственных культур в лабораторных условиях. В основном все известные регуляторы роста на начальной стадии развития растений дают положительные результаты: повышают энергию роста и всхожесть семян, ростки и корневая система существенно увеличиваются в размерах. Некоторые исследователи, экстраполируя полученные результаты, делают преждевременные выводы о положительном влиянии регуляторов роста на продуктивность растений.

Полученные нами многолетние результаты по обработке семян кукурузы различными регуляторами роста растений свидетельствуют о сильной зависимости эффективности препарата от колебаний погодных факторов, что характерно для сухостепных зон Оренбургской области [4].

Цель исследования.

Изучить влияние обработки семян различными дозами регулятора роста растений Мивал-Агро на рост, развитие и урожайность кукурузы в зависимости от погодных условий.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Раннеспелый гибрид кукурузы РОСС 140СВ селекции Краснодарского НИИСХ, районированный в Оренбургской области для выращивания на зерно.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Закладка полевого опыта проводилась в центре Оренбургской области на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Почва участка – чернозём южный карбонатный среднесуглинистый, содержание гумуса в пахотном слое почвы не превышает 4 %, рН водной вытяжки – 7,4. Избыток извести в летний период приводит к повышению рН до 9 единиц, что снижает доступность катионных элементов минерального питания растений и цементирует почвенные частицы, ухудшая таким образом водно-физические свойства почвы.

Территория характеризуется недостаточным и неустойчивым атмосферным увлажнением с гидротермическим коэффициентом по Селянинову 0,4-0,6, что соответствует условиям сухой степи. Климат – резко континентальный, годовое количество осадков не превышает 380 мм, влагообеспеченность посевов кукурузы в среднем составляет 28-35 % от потребности растений. Самый тёплый месяц года – июль со среднесуточной температурой воздуха +22 °С и очень низкой относительной влажностью воздуха – менее 30 %. Максимальная дневная температура воздуха в этот период соответствует +30 °С и более, что наряду с дефицитом влажности воздуха создаёт неблагоприятные условия для формирования урожая зерна кукурузы.

Продолжительный тёплый период с мая по сентябрь (140-150 дней) позволяет выращивать раннеспелые гибриды кукурузы на зерно.

Схема эксперимента. Полевой опыт закладывался в 2014-2017 гг. на участке, расположенном в 5 км северо-западнее п. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области, в 4-кратном повторении, по два повторения в ярусе. Размещение вариантов – систематическое, со смещением во втором ярусе. Площадь делянки – 12,6 м² (2 ряда кукурузы длиной 9 м, междурядье – 70 см). Посев – ручной, во второй декаде мая, на глубину 6-8 см. Предшественник – яровая пшеница. Обработка почвы – типичная для Оренбургского района: осенью – вспашка, весной – закрытие влаги зубowymi боронами, предпосевная культивация и прикатывание.

Мивал-Агро (ООО «Агросил», Россия) – современный кремнийорганический регулятор роста растений с ауксиновой активностью, состоящий из двух препаратов – Крезацин и Мивал. Кремний – как регулятор дыхания усиливает синтез ДНК, РНК и белка, что ускоряет рост и развитие растений. Применение препарата на кукурузе усиливает энергию прорастания и всхожесть семян, увеличивает длину початков, число зёрен в початке и их массу, повышает урожайность зерна [5].

Мивал-Агро можно использовать при заблаговременной обработке семян, препарат сохраняет свои свойства на поверхности достаточно длительный срок [6].

Варианты опыта: контроль – обработка семян водопроводной водой из расчёта 10 л на 1 т, изучаемые дозы регулятора роста Мивал-Агро: 10, 20, 30, 40 г, растворённые в 10 л воды, на 1 т семян. Обработка семян проводилась за двое суток до посева.

Оборудование и технические средства. Для закладки опыта использовались белорусские трактора МТЗ-1221, МТЗ-82.2 и сельскохозяйственные российские машины: плуг ПЛН 5-35, сцепка СП-16, бороны – ЗБСС-1.0, катки – ЗККШ-6.

Для посева применяли ручные сажалки, изготовленные авторами. Для отбора проб почвы на агрохимический анализ и влажность – буры Качинского и мерзлотные буры. Для измельчения растительных проб – оборудование ИРМ-1, мельница растительных проб МРП-2. Для измельчения почвенных проб – почвенная мельница типа ИП-1. Сушка почвенных и растительных проб – в сушильном шкафу HS 62A. Взвешивание в поле урожая кукурузы – на платформенных весах до 150 кг и медицинских детских – до 20 кг, для взвешивания бюксов – лабораторные весы ВЛК 500 М. Для обмолота початков – ручные лущилки ХМЗ.

Для определения: подвижных форм фосфора и калия использовали: пламенный фотометр и фотоэлектрокалориметр ФЭК, нитратного азота – рН-метр-иономер «Эксперт 001». Наблюдения за осадками проводили с помощью осадкомера.

Статистическая обработка. Дисперсионный анализ урожайных данных однофакторного опыта проводили по методике Б.А. Доспехова (1985) [9]. Определяли показатели достоверности опыта на 0,05 уровне значимости по критерию Стьюдента и Фишера. Существенность различий между вариантами определяли по показателю наименьшей существенной разности. Корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов проводили с использованием пакета программ «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Погодные условия периода вегетации кукурузы в годы проведения исследований 2014-2017 гг. в целом были неблагоприятными для растений и имели свои особенности.

В 2014 году среднесуточная температура воздуха во 2-й и 3-й декадах мая превысила норму на 6,3 и 3,7 °С соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Среднесуточная температура воздуха периода вегетации, °С (2014-2017 гг.)

Месяц	Декада	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднемноголетняя температура
Май	1	15	15,4	13	15,2	13,7
	2	21,7	11,8	14	13,1	15,4
	3	20,4	21,4	20,2	14,6	16,7
	<i>месяц</i>	<i>19,0</i>	<i>16,4</i>	<i>15,9</i>	<i>14,3</i>	<i>15,3</i>
Июнь	1	22	21,1	15,6	14,7	18,9
	2	19,3	23	21,8	18,6	20,8
	3	21,5	28,9	22	21,2	21,7
	<i>месяц</i>	<i>20,9</i>	<i>24,3</i>	<i>19,8</i>	<i>18,2</i>	<i>20,5</i>
Июль	1	23,5	20,5	22,5	22	22,2
	2	19,7	21,9	23,5	22	21,7
	3	17,1	21,9	22,1	24,2	22,3
	<i>месяц</i>	<i>19,9</i>	<i>21,5</i>	<i>22,7</i>	<i>22,7</i>	<i>22,1</i>
Август	1	23,6	21,9	27,8	24,1	21,1
	2	25,9	19,8	28,5	21,2	20
	3	22,9	16	22,8	23,7	18,6
	<i>месяц</i>	<i>24,1</i>	<i>19,2</i>	<i>25,8</i>	<i>23,0</i>	<i>19,8</i>
ИТОГО		х	х	х	х	х

Май был теплее обычного на 3,7 °С, температура воздуха в июне – выше нормы на 0,4 °С, в июле – на 1,2 °С ниже. Август выдался жарким: среднесуточная температура воздуха была выше среднемноголетних значений на 4,3 °С.

Осадки во второй декаде июня – 44 мм. В остальное время осадки были незначительные, по 1-3 мм. За вегетацию выпало 88 мм осадков – 64 % от нормы (табл. 2).

В 2015 году среднесуточная температура воздуха во 2-й декаде мая была на 3,6 °С ниже нормы, в 3-й превысила её на 4,7 °С. Май был теплее обычного на 1,1 °С, температура воздуха в июне была выше нормы на 3,8 °С, в июле – на 0,6 °С ниже. Существенные осадки выпали лишь в мае и в третьей декаде июня. За вегетацию выпало 150 мм осадков, что выше среднемноголетних значений на 13 мм.

Таблица 2. Осадки и дефицит влажности воздуха вегетационного периода 2014-2017 гг.

Месяц	Декады	Осадки, мм					Сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха, мб			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средне­мно­го­лет­ние	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Май	1	0	20	30	12	9	80	80	60	110
	2	0	29	8	5	10	170	40	80	90
	3	16	22	15	10	11	165	165	154	88
	<i>месяц</i>	16	71	53	27	30	415	285	294	288
Июнь	1	0	18	8,5	22	12	190	120	80	70
	2	44	0	0	6	12	90	200	70	80
	3	4	33	1	7	13	150	250	80	140
	<i>месяц</i>	48	51	9,5	35	37	430	570	230	290
Июль	1	3	4	3,5	5	13	160	120	160	150
	2	4	12	0	4	15	140	150	160	140
	3	7	3	27	0	12	110	165	143	187
	<i>месяц</i>	14	19	30,5	9	40	410	435	463	477
Август	1	10	0	0	12,5	10	170	170	250	170
	2	0	9	3	1	10	230	140	290	150
	3	0	0	0	0	10	160	90	220	231
	<i>месяц</i>	10	9	3	13,5	30	560	400	760	551
ИТОГО		88	150	96	84,5	137	1815	1690	1700	1726

В августе среднесуточная температура воздуха была близка к среднемноголетним значениям. Среднесуточная температура воздуха во 2-й декаде мая была на 1,4 °С ниже нормы, в 3-й превысила её на 3,5 °С.

В 2016 году май был теплее обычного на 0,6 °С. Среднесуточная температура воздуха в июне была ниже нормы на 0,7 °С, в июле – на 0,6 °С выше. Август был жарким: среднесуточная температура воздуха превысила среднемноголетние значения на 6 °С. Существенные осадки выпали лишь в мае и 3-й декаде июля. За период с мая по август выпало 96 мм осадков, что ниже среднемноголетних значений на 37 мм.

В августе, в период налива зерна, сумма среднесуточных дефицитов влажности превысила показатели 2015 года на 360 мб и составила 760 мб, что оказало отрицательное влияние на формирование зерна.

В 2017 году среднесуточная температура воздуха за длительный период времени со второй декады мая по вторую декаду июня была ниже нормы на 2-4 °С. Особенно сильная температурная аномалия наблюдалась в первой декаде июня – 14,7 °С при норме 18,9 °С в период появления всходов кукурузы. Похолодание сопровождалось повышением влажности воздуха и пасмурной погодой. Осадков в мае было в пределах нормы – 27 мм, но выпадали они в течение 13 дней, в июне – 35 мм, которые выпали в течение 14 дней, немного меньше нормы. В течение мая-июня наблюдалась облачная прохладная погода с осадками небольшой интенсивности 1,5-3 мм, выпадающими примерно через сутки. В таких условиях, как правило, формируется поверхностная корневая система у кукурузы. Растения, развиваясь по мезофитному типу, менее устойчивы к высокой температуре и засухе в последующий период вегетации.

Крайне неблагоприятные погодные условия сложились в третьей декаде июля и первой декаде августа – высокая температура воздуха +24,2 °С сопровождалась отсутствием осадков и сухостью воздуха. В этот период у кукурузы наблюдались процессы вымётывания метёлки, опыления и

Кормопроизводство и корма

213

налива зерна, что значительно повлияло на формирование зерновой продуктивности растений. Во второй и третьей декадах августа осадки отсутствовали, температура в третьей декаде августа +23,7 °С превысила норму на 5,1 °С.

Посев кукурузы во все годы исследований проводился в оптимальные для кукурузы сроки, во вторую декаду мая. Различий между вариантами по датам появления всходов растений за весь период исследований не наблюдалось.

Результаты исследований в таблицах 3, 4, 6, 7 были сгруппированы по двум периодам: первый – 2014 и 2015 гг., второй – 2016-2017 гг. поскольку влияние регулятора роста Мивал-Агро в эти периоды на рост и развитие растений кардинально различалось.

Таблица 3. Продолжительность межфазного периода «всходы-цветение початка»

Доза препарата на 1 т семян	Продолжительность периода «всходы-цветение початка», дней							
	2014 г.	2015 г.	средняя за 2014- 2015 гг.	отклонения от кон- троля, дней	2016 г.	2017 г.	средняя за 2016- 2017 гг.	отклонения от контроля, дней
Вода-контроль	55	52	54	-	54	64	59	-
10 г	56	53	55	1	54	64	59	0
20 г	56	53	55	1	54	64	59	0
30 г	56	53	55	1	54	64	59	0
40 г	55	58	57	3	54	64	59	0
Среднее по опыту	56	54	55	1,5	54	64	59	0

Влияние регулятора роста Мивал-Агро на продолжительность периода «всходы-цветение початка» проявилось в 2014 и 2015 годы задержкой начала цветения початка на 1-3 дня относительно контроля.

Наибольшее воздействие на развитие растений кукурузы оказала максимальная доза препарата – 40 г на 1 т семян, увеличив продолжительность периода на 3 дня. В 2016-2017 годы различий между вариантами по продолжительности периода «всходы-цветение» не наблюдалось.

Средняя продолжительность периода по опыту варьировала от 54 дней в 2015 и 2016 годы до 56 дней – в 2016 и 64 – в 2017 году. Причиной задержки цветения в 2017 году была аномально низкая температура воздуха периода со 2-й декады мая по 2-ю декаду июня.

В 2014-2015 гг. Мивал-Агро также удлинил период «цветение-молочная спелость зерна» на 1-1,5 дня (табл. 4).

Таблица 4. Продолжительность межфазного периода «цветение початка-молочная спелость зерна» (2014-2017 гг.)

Доза препарата на 1 т семян	Продолжительность периода «цветение початка-молочная спелость зерна», дней							
	2014 г.	2015 г.	средняя за 2014- 2015 гг.	отклонения от кон- троля, дней	2016 г.	2017 г.	средняя за 2016- 2017 гг.	отклонения от контроля, дней
Вода-контроль	23	17	20	-	14	17	15,5	-
10 г	23	17	20	0	14	17	15,5	0
20 г	24	18	21	1	14	17	15,5	0
30 г	25	18	21,5	1,5	14	17	15,5	0
40 г	25	18	21,5	1,5	14	17	15,5	0
Среднее по опыту	24	17,5	20,8	0,8	14	17	15,5	0

Рост дозы Мивал-Агро от 10 г до 30-40 г на 1 т семян способствовал увеличению продолжительности периода. В 2016-2017 годы регулятор роста не оказал никакого воздействия на его продолжительность.

Исследователи отмечают, что обработка семян перед посевом регуляторами роста повышает полевую всхожесть кукурузы [8, 9].

В среднем за 4 года полевая всхожесть по вариантам опыта варьировала от 90,5 до 92,1 % (табл. 5).

Таблица 5. Влияние регуляторов роста на полевую всхожесть семян кукурузы

Доза препарата на 1 т семян	Полевая всхожесть семян, %					Отклонение от контроля
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя за 4 года	
Вода-контроль	96,3	85,3	89,8	90,6	90,5	-
10 г	94,7	86,6	93,9	93,0	92,1	0,6
20 г	96,3	84,0	90,6	93,9	91,2	0,7
30 г	97,8	87,3	88,2	91,6	91,2	0,7
40 г	94,7	84,3	93,0	92,4	91,1	0,6
Средняя по опыту	96,0	85,5	91,1	92,3	91,2	0,65
НСР ₀₅	2,4	4,4	2,5	4,0	-	3,3

Предпосевная обработка семян кукурузы регулятором роста существенного влияния на изменение полевой всхожести семян не оказала. Можно выделить лишь тенденцию роста полевой всхожести семян на 0,6-0,7 %.

Зерно – это наиболее ценная часть растений кукурузы в кормовом отношении. Урожайность зерна в годы исследований была невысокой – от 1,6 т с 1 га в 2017 году до 2,9 т с 1 га – в 2014 (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность зерна кукурузы

Доза препарата на 1 т семян	Урожайность зерна, т с 1 га							
	2014 г.	2015 г.	средняя за 2014-2015 гг.	отклонения от контроля, т с 1 га	2016 г.	2017 г.	средняя за 2016-2017 гг.	отклонения от контроля, т с 1 га
Вода-контроль	2,6	1,5	2,1	-	2,6	1,7	2,2	-
10 г	2,7	1,6	2,2	0,1	2,4	1,6	2,0	-0,2
20 г	2,9	1,6	2,3	0,2	2,3	1,5	1,9	-0,3
30 г	2,8	1,9	2,4	0,3	2,0	1,5	1,8	-0,4
40 г	2,9	1,8	2,4	0,3	2,4	1,6	2,0	-0,2
Среднее по опыту	2,9	1,7	2,3	0,25	2,3	1,6	2,0	-0,3
НСР ₀₅	0,2	0,3	0,25	0,25	0,4	0,2	0,3	0,3

Воздействие регулятора роста на урожайность зерна сильно различалось по годам. В более благоприятных условиях 2014-2015 гг. прибавка урожая зерна от обработки семян была существенной: в вариантах с дозами 30 и 40 г на 1 т семян – 0,3 т с 1 га. В 2016-2017 гг., наоборот, наблюдалось снижение урожая зерна относительно контроля на 0,2-0,4 т с 1 га.

Исследователи отмечают, что при обработке семян кукурузы перед посевом регуляторами роста увеличение урожайности происходит за счёт увеличения количества початков, числа зёрен в початке и их массы [8].

В наших исследованиях положительного влияния регуляторов роста на густоту стояния растений и продуктивную кустистость мы не наблюдали. Густота стояния растений перед уборкой варьировала незначительно – от 44,7 до 48,6 тысяч на 1 гектаре. Продуктивная кустистость или число продуктивных початков на одном растении было низким – 0,7-0,9. Отклонения от контроля по этим показателям не превышали наименьшей существенной разницы.

Наиболее существенное влияние Мивал-Агро оказал на образование количества зёрен в початке (табл. 7).

Таблица 7. Влияние регуляторов роста на количество зёрен в початке

Доза препарата на 1 т семян	Количество зёрен в початке, шт							
	2014 г.	2015 г.	средняя за 2014-2015 гг.	отклонения от контроля, шт	2016 г.	2017 г.	средняя за 2016-2017 гг.	отклонения от контроля, шт
Вода-контроль	316	278	297	-	397	275	336	-
10 г	345	290	318	21	350	273	312	-25
20 г	366	297	332	35	302	244	273	-63
30 г	355	339	347	50	344	269	307	-30
40 г	373	305	339	42	339	302	321	-16
Среднее по опыту	357	306	327	37	342	279	311	-33

В 2014 и 2015 гг. влияние регулятора роста на количество зёрен в початке было однозначно положительным, а в 2016-2017 гг., наоборот, отрицательным. В среднем за два первых года исследований наибольшее число зёрен в початке – 347 шт. против 297 – на контроле отмечали в варианте обработки семян кукурузы дозой 30 г Мивал-Агро на 1 т семян. Рост количества зёрен в початке наблюдался по всем вариантам опыта от 21 до 50 шт. относительно контрольного варианта без обработки.

В 2016-2017 гг. отмечалось снижение озернённости початка относительно контроля на 16-63 зерна по разным вариантам опыта.

Обсуждение полученных результатов.

Основным интегральным показателем, характеризующим действие какого-либо агроприёма на растения, является урожайность. В наших исследованиях в разные годы получены неоднозначные результаты от обработки семян Мивал-Агро, зависящие в значительной степени от погодных условий вегетационного периода.

Урожайность зерна представляет собой мультипликативную функцию от количества растений на единице площади, числа продуктивных початков на растении, количества зёрен в початке и абсолютной массы зерна.

Поскольку изучаемые варианты не оказали существенного влияния ни на один из указанных показателей, кроме количества зёрен в початке, важно понять, в какой период и под влиянием каких факторов происходила закладка и формирование зерновок у кукурузы.

Известно, что початок в своём развитии проходит несколько этапов органогенеза [10]. Наиболее ответственные за формирование числа зёрен в початке – с четвёртого по седьмой этапы. В зависимости от условий питания, увлажнения, света, температуры и других факторов на четвёртом и пятом этапах определяется большее или меньшее число рядов зёрен в початках. От условий, в которых проходит шестой этап органогенеза, зависит фертильность цветков женского соцветия. Чем лучше условия жизни растения на этом этапе, тем лучше проходит формирование яйцеклеток. Седьмой этап сопровождается усиленным разрастанием початка и завершением процесса формирования половых клеток зародышевого мешка.

Календарно в условиях Оренбургского района эти четыре этапа совпадают с периодом «июль-первая декада августа». Установлено [4, 10], что для роста и развития кукурузы в условиях недостаточного атмосферного увлажнения в этот период экстремально высокой считается среднесуточная температура воздуха, превышающая +22 °С, что соответствует максимальной дневной температуре на уровне +30 °С и выше. В 2014 и 2015 годы среднесуточная температура июля соответствовала оптимальным параметрам +19,9 °С и +21,5 °С, была получена прибавка урожая зерна по всем вариантам опыта. В 2016 и 2017 годы положительного действия на урожай препарат Мивал-Агро не оказал, при этом температура воздуха в июле была критической, превысив +22,7 °С, а температура 1-й декады августа достигла +27,8 и +24,1 °С соответственно (табл. 1). Суммарный дефицит влажности воздуха в июле, находящейся в тесной линейной связи с температурой, был наименьшим в 2014-2015 гг. – 410 и 435 мб, а в 2016-2017 гг. наибольшим – 463 и 477 мб (табл. 2).

В наших ранних исследованиях [4] прибавка урожая кукурузы от обработки семян препаратом Мивал-Агро также сильно коррелировала с дефицитом влажности воздуха первой декады августа – зависимость прибавки от дефицита была обратной, т. е. чем суше воздух и выше его температура, тем ниже прибавка урожая зерна.

Выводы.

По результатам многолетних полевых опытов (2014-2017 гг.), а также более ранних исследований (2011-2013 гг.) установлено, что эффективность обработки семян кукурузы регулятором роста растений Мивал-Агро в значительной степени зависит от погодных условий в период формирования зерна (4-7 этапы органогенеза початка). Положительное действие препарата проявляется в увеличении количества зёрен в початке. Рост температуры и дефицита влажности воздуха до экстремальных пороговых значений и выше нивелирует положительное действие препарата. Наибольшую прибавку урожая зерна кукурузы обеспечивает обработка семян за два дня до посева в дозе 30-40 г Мивал-Агро, растворённых в 10 л воды, на 1 т семян.

В целях повышения эффективности работы препарата в экстремальных погодных условиях в период формирования зерна кукурузы необходимо провести дополнительные исследования для преодоления негативных последствий этих условий.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0013)

Литература

1. Воскобулова Н.И., Неверов А.А., Верещагина А.С. Экономическая эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания кукурузы на зерно // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3(65). С. 44-46.
2. Неверов А.А., Воскобулова Н.И. Стимулирующий эффект от обработки семян кукурузы регуляторами роста растений Фитоспорином М и Зеребра Агро на стадии прорастания семян [Электронный ресурс] // Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2016. № 3. 9 с. url: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2016-3/Articles/NAA-2016-3.pdf>.
3. Воскобулова Н.И., Неверов А.А., Верещагина А.С. Влияние регуляторов роста на прорастание семян кукурузы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3(59). С. 38-41.
4. Неверов А.А., Воскобулова Н.И. Влияние регулятора роста Мивал-Агро на ростовые процессы и формирование прибавки урожая кукурузы в зависимости от погодных условий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(67). С. 62-65.
5. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д. Регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. 2008. № 12. С. 87.
6. Васин А.В., Дармин А.В., Брежнев В.В. Применение стимуляторов роста при выращивании кукурузы и ячменя // Кормопроизводство. 2009. № 2. С. 17-19.

7. Воскобулова Н.И., Неверов А.А., Верещагина А.С. Эффективность использования росто-регулирующих препаратов в технологии выращивания зерна кукурузы // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 118-122.

8. Воскобулова Н.И., Верещагина А.С., Неверов А.А. Влияние регуляторов роста на урожайность и уборочную влажность зерна кукурузы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4(54). С. 33-35.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) 5-е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

10. Андреев С.С., Куперман Ф.М. Физиология кукурузы (очерки по физиологии развития, роста, фотосинтеза, минерального питания и водного режима) / под общ. ред. проф. Б.А. Рубина. М.: Изд-е Моск. ун-та, 1959. 290 с.

Неверов Александр Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий 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, 8-922-621-72-36, e-mail: nevalex2008@yandex.ru

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

Поступила в редакцию 4 мая 2018 года

UDC 633.15:631.811.98

Neverov Alexander Alekseevich, Voskobulova Nadezhda Ivanovna, Vereshchagina Antonina Sergeevna *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»*, e-mail: voskobulova1952@yandex.ru

Effect of seed treatment with growth regulator Mival-Agro on the formation of corn grain yield in various weather conditions

Summary. Development of technology for effective application of growth regulators depending on weather conditions is insufficiently studied problem especially relevant in the dry steppe of Orenburg region.

Field experience was laid in 2014-2017 in a 4-time repetition. Placement of variants is systematic with displacement in the second tier. Plot area is 12.6 m² (2 rows of corn 9 m long, row spacing – 70 cm). Sowing – manual in the second decade of May to a depth of 6-8 cm.

The efficiency of corn seed treatment by plant growth regulator Mival-Agro largely depended on weather conditions during the period of grain formation (4-7 stages of organogenesis of the ear). The positive effect of the drug was manifested in the grains number increase in the ear. The growth of temperature and humidity deficit to extreme thresholds and above leveled the positive effect of the drug. The greatest increase in the yield of corn grain was provided by the seed treatment two days before sowing at a dose of 30-40 g Mival-Agro dissolved in 10 liters of water per 1 ton of seeds.

In order to improve the efficiency of the drug in extreme weather conditions during the formation of corn grain it is necessary to conduct additional studies to overcome the negative consequences of these conditions.

Key words: corn, plant growth regulator, yield, grain, Mival-Agro, weather.

УДК 633.11:631.432.2(470.56)

Влияние метеоусловий и влажности почвы на выход зерна в севооборотах и урожайность бессменных посевов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья

Д.В. Митрофанов

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

Аннотация. В статье описаны результаты исследования 2002-2017 гг. по изменению выхода зерна сельскохозяйственных культур в севооборотах и урожайности бессменных посевов в зависимости от погодно-климатических условий и влажности почвы в засушливой зоне Оренбургского Предуралья.

Впервые изучаются выход зерна в зернопаропропашных, зернопаровых и сидеральных севооборотах и урожайность бессменных зерновых культур в зависимости от основных погодных факторов и продуктивной влаги в почве на многолетнем стационаре. Приводится сравнительная оценка выхода зерна по севооборотам и урожайности бессменных посевов в результате влияния продуктивной и потерянной влаги в слое почвы 0-100 см. В работе определяется зависимость зерновой продукции от метеорологических условий и влажности почвы в пахотном и метровом слоях почвы с помощью множественной регрессии. Построены математические модели зависимости выхода зерна в севооборотах и урожайности бессменного посева ячменя от температуры воздуха и выпавших осадков. Приведены такие показатели как бета- и дельта-коэффициенты, критерий Стьюдента, коэффициенты корреляции и детерминации, представлена сама регрессия (коэффициенты регрессии, стандартная ошибка, Р-уровень значимости) и влияние факторов на зависимую переменную в данном анализе.

В результате проведённого многолетнего эксперимента на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья полученные данные по урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивной влаге, температуре и осадкам вегетационного периода по каждому году применяются для расчёта множественной регрессии в статистической программе.

Ключевые слова: твёрдая пшеница, мягкая пшеница, ячмень, выход зерна, осадки, температура воздуха, влага, севооборот, коэффициенты регрессии, множественная регрессия.

Введение.

Оптимальное наполнение севооборотов, специализирующихся на производстве зерна, яровыми зерновыми культурами, их комбинирование с другими культурами и различными видами паров являются актуальными проблемами для зерносеющих районов страны.

В связи с этим севообороты, специализированные на производстве зерна, необходимо строить с учётом их влияния на плодородие почвы, выход зерна, затратами на его производство, уровень интенсивной технологии и использования чистых паров в засушливых зонах России [1].

Сокращение посевов наиболее урожайных зерновых культур во многих хозяйствах Оренбургской области приводит к заметному снижению продуктивности севооборотов, в значительной степени затрудняет устойчивое ведение зернового производства и успешную борьбу с засухой [2].

В такие засушливые годы, какими были 2005, 2009, 2010, 2012, 2013 годы в Оренбургской области, урожая не было, и никакие западные фирмы типа «Джон Дир», «Монсанто» и прочие с их передовыми технологиями и техникой здесь не помогли.

Эти явления привели к обсуждениям о необходимости использования парового поля в засушливых степных зонах, которые отражены в работах М.К. Сулейменова [3, 4] и Е.И. Шиято [5, 6].

Одной из причин низкой продуктивности севооборотов в регионах России с умеренно-недостаточным атмосферным увлажнением является отсутствие прогнозов погоды. Неблагоприятные условия погоды делают реальностью для земледелия нашей страны и всего мира существенное колебание урожайности по годам [7].

Не случайно даже в странах с наивысшим уровнем техногенной интенсификации земледелия вариабельность абсолютной урожайности по годам для многих сельскохозяйственных культур на 30...80 % зависит от «капризов» погоды [8, 9].

Взаимное направление изменения урожайности сельскохозяйственных культур, размах её варьирования по годам подчиняется полному ряду факторов, в состав которых входят в основном метеорологические условия и антропогенные факторы, подразумевающие уровень культуры земледелия при относительно стабильных климатических условиях. Антропогенные факторы лишь определяют взаимную направленность роста или спада урожайности за длительные временные диапазоны. Годичные колебания продуктивности относительно временного ряда в основном определены погодой и взаимосвязаны с погодно-климатическими характеристиками данной территории. Колебания погодных факторов являются главным расшатывающим показателем сельского хозяйства, так как вследствие нехватки точных фундаментальных прогнозов погоды проектирование выполняется в условиях неопределённости метеорологических ситуации предстоящего вегетационного периода [10, 11].

В связи с резкими изменениями погодных факторов возникла большая проблема в земледелии, так как многие агротехнические приёмы не полностью соответствуют сложившимся погодным условиям, поэтому в дальнейшем требуется их корректировка и научная проработка.

Выход зерна в севооборотах и урожайность бессменных посевов зависит от вида возделываемой культуры, её предшественника и фона минерального питания. Влияние на продуктивность зерна оказывают погодно-климатические условия, влажность почвы, содержание питательных веществ в почве, засорённость посевов, сроки и дозы внесения минеральных и органических удобрений, правильные чередования и технологии возделывания зерновых культур и применение высокоурожайных районированных сортов для данной зоны.

В результате проведённых исследований на длительном стационарном опыте по севооборотам и бессменным посевам отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий по влияющим факторам (наблюдение за питательным режимом почвы, применение гербицидов против сорной растительности в зерновых посевах и районированных сортов) установлено, что они не оказывали значительного влияния на увеличение выхода зерновой продукции.

Таким образом, в данной работе рассматриваются такие факторы, как метеорологические условия, продуктивная влага, минеральные удобрения, чередование и возделывание культур, от которых зависит в большей степени изменение выхода зерна в севооборотах и урожайности бессменных посевов сельскохозяйственных культур в засушливых условиях Оренбургского Предуралья.

Цель исследования.

Изучить и установить зависимость выхода зерна сельскохозяйственных культур по севооборотам и урожайности бессменных посевов от погодных факторов и влажности почвы на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Зернопаропропашные, зернопаровые, сидеральные севообороты и бессменные сельскохозяйственные культуры.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Территория полевого участка расположена в подзоне южных среднегумусных чернозёмов Оренбургского Предуралья. По характеру строения почвенного профиля, физических и химических свойств почвы, почвенно-климатических условий, территория многолетнего стационара является типичной для зоны чернозёмных почв.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном (0-30 см) слое почвы – 3,2-4,0 %, общего азота – 0,20-0,31 %, общего фосфора – 0,14-0,22 %, подвижного фосфора – 1,5-2,5 мг и обменного калия – 30-38 мг на 100 г почвы, pH почвенного раствора – 7,0-8,1.

По данным Оренбургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за вегетационный период сельскохозяйственных культур в среднем за годы исследования (2002-2017 гг.) выпадает 129 мм атмосферных осадков или 83 % от средней многолетней нормы (155 мм), а воздушная температура составляет +20,3 °С, где приближается к норме (+19,2 °С) и отмечается за этот период 60 суховейных дней.

Схема эксперимента. Исследования проходят с 2002 года по настоящее время на длительном стационаре (начало закладки 1988 год) по севооборотам и бессменным посевам сельскохозяйственных культур ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Длительный стационарный опыт находится в Оренбургском районе, в центральной зоне области, в 20 километрах от города Оренбурга в восточном направлении.

Исследованы варианты по севооборотам и бессменным посевам:

- 1) чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, кукуруза на силос, мягкая пшеница, ячмень (контроль);
- 2) чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, просо на зерно, мягкая пшеница, ячмень;
- 3) чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, сорго на силос, мягкая пшеница, ячмень;
- 4) чёрный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, горох на зерно, мягкая пшеница, ячмень;
- 5) сидеральный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, кукуруза на силос, мягкая пшеница, ячмень;
- 6) сидеральный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, просо на зерно, мягкая пшеница, ячмень;
- 7) сидеральный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, сорго на силос, мягкая пшеница, ячмень;
- 8) сидеральный пар, твёрдая пшеница, мягкая пшеница, горох на зерно, мягкая пшеница, ячмень;
- 9) бессменный посев твёрдой пшеницы;
- 10) бессменный посев мягкой пшеницы;
- 11) бессменный посев ячменя.

Полевой опыт – в четырёхкратной повторности, в севооборотах размер делянки – шириной 14,4 м, 3,6 м и длиной 90 м, в бессменных посевах – 7,2 м-90 м. Полевые опыты проводятся на двух фонах питания (удобренный – длиной 30 м и неудобренный – 60 м). На одной части делянок под вспашку шириной 30 м вносим мочевины и аммофос с весовой нормой 63 и 97 кг на 1 га при норме 40 кг азота и фосфора д. в. на 1 га. В чёрном пару вносили в почву 80 кг фосфора и 40 кг калия д. в. на 1 га, а в сидеральном пару (горох+овёс) – зелёную массу злакобобовых культур. Вторая часть делянки изучается без применения минеральных удобрений. Весной закрытие влаги на удобренных и неудобренных фонах питания осуществляется обычными зубowymi боронами. Для определения влажности почвы пробы отбираются буром из трёх скважин на каждой делянке в период посева и уборки. Запасы продуктивной влаги рассчитываются с помощью гравиметрического (весового) метода. Урожайность зерна сельскохозяйственных культур по севооборотам и бессменным посевам на делянках определяется после уборки комбайном. Учёт зерна проводится на двух фонах питания на площади 60 м² и 120 м². Подсчёт урожайности приводится относительно к 14 % влажности и 100 % чистоте зерна.

Оборудование и технические средства. Ручные почвенные буры для прибрежных зон и мягких почв (ООО «По Компонент», г. Великий Новгород, Россия), электронные весы «HIGH-LAND» («Adam Equipment Co.Ltd», Великобритания), шкаф сушильный электрический прямоугольный ШС-80 (ОАО «КЗМА», г. Казань, Россия), зубовые бороны ЗБСС-1 (ООО «Южный ветер», г. Зерноград, Ростовская область, Россия), трактор МТЗ-80 (ОАО «Минский тракторный завод», г. Минск, Белоруссия), культиватор КПС-4 (ООО ПО «ЛЕСАГРОМАШ», г. Киров, Россия), сеялка СЗП-3,6 (ОАО «Сибсельмаш», г. Новосибирск, Россия). Прикатывание после посева выполняется катками ЗККШ-6 (ООО «Завод Автотехнологий», р.п. Новониколаевский, Волгоградская область, Россия). Уборка зерна проходит с помощью комбайна «Сампо-500» (завод «Sampro-

Rosenlew», г. Пори, Финляндия). Транспортировка на ток и склад ведётся с помощью автомобиля ГАЗ-53 (ОАО «Горьковский автомобильный завод», г. Нижний Новгород, Россия), а очистка зерна происходит при помощи ЗАВ-20 (ООО «Агро-Пром», г. Воронеж, Россия). Погрузка и внесение минеральных удобрений выполняется трактором МТЗ-80 с участием агрегатов КУН-10 (ООО «Сальс-ксельмаш», п. Гигант, Сальский район, Ростовская область, Россия), СЗ-3,6 (ПАО «Червона зирка», г. Кировоград, Украина), а вспашка зяби проводится с помощью плуга ПН-4-35 (ОАО «Минский завод шестерён», г. Минск, Белоруссия).

Статистическая обработка. По результатам исследования проводится анализ данных по урожайности зерна, температуре воздуха, осадкам и продуктивной влаги с помощью метода множественной регрессии с помощью пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

В результате исследования видно, что различные варианты опыта значительно влияют на изменение выхода зерна в севооборотах и урожайности бессменных посевов при данных запасах продуктивной влаги по различным срокам определения. В период посева и уборки минимальное количество общей продуктивной влаги по севооборотам отмечается на пятом, седьмом вариантах опыта и составляет 557,71 мм и 188,90 мм в метровом слое почвы. Максимальное количество почвенной влаги наблюдается на четвёртом, втором вариантах эксперимента с содержанием 736,04 мм и 244,47 мм (табл. 1).

Таблица 1. Изменение выхода зерна сельскохозяйственных культур по севооборотам и бессменным посевам при данной влажности в слое почвы 0-100 см (среднее за 2002-2017 гг.)

№ варианта, севообороты и бессменные посевы	Общая продуктивная влага по зерновым культурам, мм		Потерянная влага в почве, мм	Выход зерна, т с 6 га	Выход зерна, т с 1 га
	в период посева	в период уборки			
1. Зернопаропропашной с кукурузой на силос (контроль)	580,02	198,16	460,86	<u>4,32</u> 3,82	<u>0,72</u> 0,64
2. Зернопаровой с просом на зерно	720,71	244,47	555,24	<u>5,12</u> 4,78	<u>0,85</u> 0,80
3. Зернопаропропашной с сорго на силос	578,69	193,53	464,16	<u>4,19</u> 3,78	<u>0,70</u> 0,63
4. Зернопаровой с горохом на зерно	736,04	241,63	573,41	<u>5,18</u> 4,78	<u>0,86</u> 0,80
5. Сидеральный с кукурузой на силос	557,71	198,84	437,87	<u>4,26</u> 3,68	<u>0,71</u> 0,61
6. Сидеральный с просом на зерно	710,76	243,16	546,60	<u>5,09</u> 4,66	<u>0,85</u> 0,78
7. Сидеральный с сорго на силос	572,31	188,90	462,41	<u>4,12</u> 3,65	<u>0,69</u> 0,61
8. Сидеральный с горохом на зерно	724,40	242,26	561,14	<u>5,10</u> 4,48	<u>0,85</u> 0,75
9. Бессменный посев твёрдой пшеницы	148,50	54,23	173,27	<u>5,16</u> 4,44	<u>0,86</u> 0,74
10. Бессменный посев мягкой пшеницы	126,05	42,89	162,16	<u>5,46</u> 5,22	<u>0,91</u> 0,87
11. Бессменный посев ячменя	138,59	43,09	174,50	<u>7,44</u> 6,96	<u>1,24</u> 1,16

Примечание: в среднем количество выпавших осадков за май составляет 32 мм, июнь – 33 мм, июль – 39 мм, август – 25 мм, в числителе – удобрённый фон, в знаменателе – неудо́брённый

Среди бессменных культур по срокам определения (посев и уборка) наименьшее количество продуктивной влаги зафиксировано в посевах мягкой пшеницы и ячменя. Наибольшее количество весенней и остаточной влаги отмечается в посевах твёрдой пшеницы (148,50 мм и 54,23 мм).

Сравнение севооборотов показало, что самое маленькое количество потерянной (израсходованной) влаги в почве с учётом выпавших осадков за вегетационный период наблюдается в сидеральном севообороте с кукурузой на силос и составляет 437,87 мм. Больше всего влаги потеряно в зернопаровом севообороте с горохом – 573,41 мм. В бессменном посеве мягкой пшеницы теряется 162,16 мм влаги по сравнению с ячменём и твёрдой пшеницей. Максимальное количество израсходованной влаги отмечается в посевах ячменя при бессменном его возделывании и составляет 174,50 мм.

Как показал анализ по выходу зерна с севооборотной площади, за годы исследований наиболее продуктивным оказывается зернопаровой севооборот с горохом. Выход зерна на удобренном фоне составляет 5,18 т, на неудобренном – 4,78 т с 6 га. Из бессменных посевов наибольший выход зерна, который составил 7,44 т и 6,96 т с 6 га соответственно по фонам питания, сформировал ячмень. Менее продуктивным является сидеральный севооборот с выходом зерна 4,12 т на удобренном и 3,65 т с 6 га на неудобренном фонах питания.

Наибольшая прибавка выхода зерна, связанная с внесением минеральных удобрений, составляет по бессменному посеву твёрдой пшеницы 0,72 т с 6 га и 0,12 т с 1 га. Незначительная прибавка урожайности отмечена по мягкой пшенице при бессменном её возделывании (0,24 т с 6 га и 0,04 т с 1 га).

Выход зерна с 1 га в зернопаровых севооборотах на двух фонах питания практически одинаковый по сравнению с зернопаропропашными многопольями.

Из всех рассмотренных вариантов исследования главными факторами, влияющими на повышение выхода зерна в зернопаровом севообороте и урожайности бессменного посева сельскохозяйственной культуры на удобренном фоне минерального питания, являются сложившиеся метеорологические условия в вегетационном периоде (табл. 2).

Таблица 2. Влияние погодных факторов на увеличение выхода зерновой продукции в зернопаровом севообороте и урожайности бессменного посева ячменя на удобренном фоне питания, за 2002-2017 годы

Годы исследований	Погодные факторы				Продуктивность изучаемых вариантов, т с 1 га	
	осадки мая, мм	осадки июня, мм	t воздуха июня, °C	t воздуха за вегетацию, °C	зернопаровой севооборот с горохом	бессменный посев ячменя
2002	22	45	17,7	17,2	1,16	1,59
2003	68	74	15,7	18,4	1,34	3,26
2004	12	44	20,4	19,9	0,96	0,99
2005	14	39	20,3	20,2	0,46	0,81
2006	37	27	23,4	20,1	0,24	0,16
2007	53	32	18,8	20,2	1,09	1,42
2008	58	29	18,8	20,1	1,35	1,74
2009	35	20	22,8	19,9	1,04	0,84
2010	1	1	24,8	23,6	0,08	–
2011	47	38	18,9	20,3	1,48	2,09
2012	20	42	23,7	23,0	0,71	0,39
2013	11	24	22,0	20,7	0,78	0,85
2014	8	40	20,9	21,0	0,49	0,79
2015	50	20	24,3	19,9	0,16	0,23
2016	49	13	19,8	21,1	0,69	0,61
2017	33	39	18,2	19,6	1,75	2,85
Среднее	32	33	20,6	20,3	0,86	1,24

В засушливые 2006, 2010 и 2015 годы наблюдается низкий выход зерна в зернопаровом севообороте и бессменного посева ячменя и составляет 0,08 т и 0,16 т с 1 га. Снижение продуктивности объясняется тем, что за счёт высоких температур воздуха июня происходит испарение осадков июня, которые необходимы для роста и развития зерновых культур.

Во влажные 2003, 2011 и 2017 годы отмечается наибольший выход зерна в изучаемых вариантах и составляет по севообороту 1,34 т, 1,48 т и 1,75 т с 1 га и по бессменному посеву 3,26 т, 2,09 т и 2,85 т с 1 га. Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в посевах происходит из-за сложившихся оптимальных температур за вегетацию и выпавших осадков в мае и июне.

В среднем выход зерновой продукции по этим вариантам составил 0,86 т и 1,24 т с 1 га при оптимальной температуре за вегетацию +20,3 °С и выпавших осадках 32 мм и 33 мм. В севообороте и бессменном посеве зерно формируется за счёт наибольших запасов израсходованной влаги в слое почвы 0-100 см, которая не только мигрирует в нижние слои почвы, расходуется на рост сорной растительности, но и используется для питания культурных растений.

Таким образом, результаты многолетних исследований по вариантам севооборотов позволяют провести статистическую обработку накопленных данных с помощью метода множественной регрессии (системный анализ) и выявить зависимость выхода зерна в зернопаровом севообороте с горохом от погодных факторов (температуры воздуха и осадков) на удобренном фоне питания (табл. 3).

Таблица 3. Анализ данных множественной регрессии по выходу зерна в зернопаровом севообороте с горохом и по погодным условиям на удобренном фоне питания, т с 1 га

Факторы погоды	Показатели			Регрессия			Влияние фактора, %
	бета-коэффициенты	критерий Стьюдента (14)	дельта-коэффициенты	коэффициенты регрессии	стандартная ошибка	р – уровень значимости	
Учтено16 лет наблюдений							
У-пересечение	–	6,080	–	23,494	3,864	0,000	–
Температура воздуха июня, °С	-0,787	-4,776	1,000	-0,886	0,186	0,000	61,966
Для полной регрессии: R=0,787, R ² =0,619, F(1,14)=22,809, P<0,000, стандартная ошибка оценки=1,893 т с 1 га							
У-пересечение	–	2,768	–	25,643	9,263	0,015	–
Температура воздуха за вегетацию, °С	-0,509	-2,215	1,000	-1,007	0,454	0,044	25,945
Для полной регрессии: R=0,509, R ² =0,259, F(1,14)=4,905 , P<0,044, стандартная ошибка оценки=2,641 т с 1 га							
У-пересечение	–	1,389	–	2,087	1,502	0,186	–
Осадки июня, мм	0,522	2,288	1,000	0,094	0,041	0,038	27,225
Для полной регрессии: R=0,522, R ² =0,272, F(1,14)=5,237, P<0,038, стандартная ошибка оценки=2,618 т с 1 га							

Примечание: R – множественная корреляция, R^2 – коэффициент детерминации, $F(1,14)$ – критерий Стьюдента со степенью свободы, P – уровень значимости

Из таблицы следует, что влияние температурного фактора на изменение выхода зерна составляет 61,96 и 25,94 % при отрицательных показателях (бета, критерий Стьюдента) и коэффициентов регрессии с оптимальным уровнем значимости ($P < 0,05$). Повышение продуктивности зерна на 27,22 % зависит от выпавших осадков июня при положительных значениях множественной регрессии.

В результате математической обработки с 2002 по 2017 год среди вариантов бессменных посевов сельскохозяйственных культур найдена зависимость урожайности ячменя на удобренном фоне питания от температуры воздуха июня, осадков мая и июня (табл. 4).

Таблица 4. Результаты анализа данных по выходу зерна бессменного ячменя в зависимости от метеорологических условий на удобренном фоне питания, т с 1 га

Факторы погоды	Показатели			Регрессия			Влияние фактора, %
	бета- коэффи- циенты	критерий Стью- дента (14)	дельта- коэффи- циенты	коэффи- циенты регрес- сии	стан- дартная ошибка	р – уровень значи- мости	
Сорт Оренбургский 11, учтено 16 лет наблюдений							
У-пересечение	–	8,246	–	7,694	0,933	0,000	–
Температура воздуха июня, °С	-0,883	-7,052	1,000	-0,316	0,045	0,000	78,034
Для полной регрессии: R=0,883, R ² =0,780, F(1,14)=49,734, P<0,000, стандартная ошибка оценки=0,457 т с 1 га							
У-пересечение	–	1,006	–	0,406	0,404	0,331	–
Осадки мая, мм	0,506	2,19	1,000	0,023	0,011	0,045	25,596
Для полной регрессии: R=0,506, R ² =0,256, F(1,14)=4,816, P<0,045 стандартная ошибка оценки=0,841 т с 1 га							
У-пересечение	–	-0,393	–	-0,157	0,399	0,700	–
Осадки июня, мм	0,701	3,678	1,000	0,040	0,011	0,002	49,136
Для полной регрессии: R=0,701, R ² =0,491, F(1,14)=13,525, P<0,002, стандартная ошибка оценки=0,695 т с 1 га							

Примечание: R – множественная корреляция, R^2 – коэффициент детерминации, $F(1,14)$ – критерий Стьюдента со степенью свободы, P – уровень значимости

Из таблицы видно, что изменение выхода зерна бессменного ячменя зависит от температуры воздуха июня на 78,03 % при отрицательных значениях системного анализа. Для получения наибольшей урожайности влияние оказывают осадки мая на 25,59 % и июня на 49,13 % при варьировании положительных чисел математической регрессии.

Как показали расчёты, метеорологические условия на неудобренном фоне питания не оказывают значимого влияния на выход зерна.

В связи с этим применение минеральных удобрений на делянках опыта приводит к успешному увеличению выхода зерна в севооборотах и урожайности бессменных посевов за счёт выпавших осадков мая и июня. Влага, впитавшаяся в почву, обеспечивает перенос питательных элементов (азот, фосфор, калий) в растения, что необходимо для роста и развития зерновых культур.

Проведённая математическая обработка данных по всем вариантам опыта показывает, что изменение выхода зерновой продукции на удобренном фоне питания зависит в большей степени от температурного режима воздуха июня.

Основное влияние температуры на выход зерна в зернопаровом севообороте и бессменного посева ячменя представлено на рисунке 1.

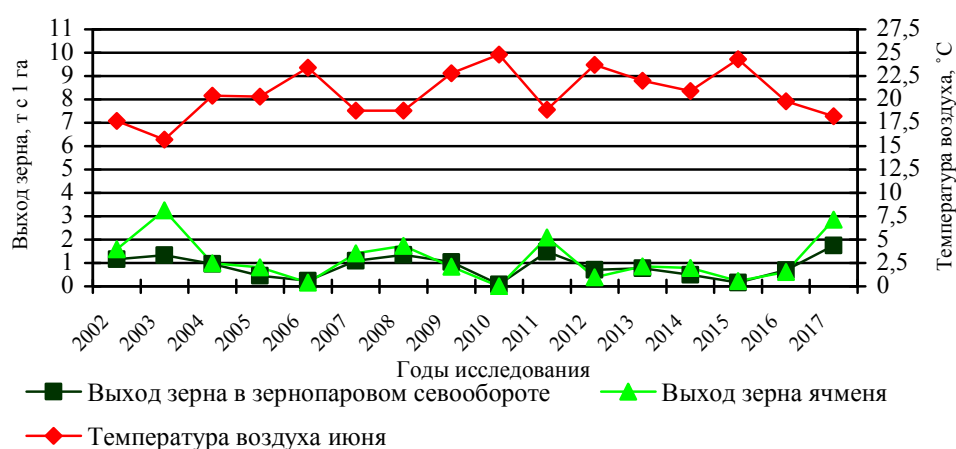


Рис. 1. – Изменение выхода зерна по зернопаровому севообороту с горохом и ячменю на удобренном фоне питания в зависимости от температуры воздуха июня за 16 лет наблюдений

Обсуждение полученных результатов.

В работах В.Ю. Скороходова [12], Ю.В. Кафтана [13] и Д.В. Митрофанова [14] впервые на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья проведено сравнительное изучение эффективности короткоротационных и длинноротационных севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур.

Исследования по повышению продуктивности звеньев и шестипольных севооборотов проводились в многолетнем стационарном опыте Оренбургского НИИСХ, заложенном в 1988 году методом простых повторений. На основании этого в засушливых условиях Оренбургской области разработаны различные севообороты как для фермерских (крестьянских) хозяйств, так и для хозяйств различных форм собственности [15, 16].

В связи с этим в наших исследованиях рассматривается изменение выхода зерна в севооборотах и урожайности бессменных посевов зерновых культур за счёт погодных факторов и продуктивной влаги в почве.

Для определения точной зависимости увеличения продуктивности зерна от различных погодных факторов нам необходимо было рассчитать данные с помощью метода множественной регрессии (системный анализ).

Такой статистической обработкой полученных результатов занимался доктор географических наук, профессор В.Е. Тихонов. Им разработаны математические модели, которые показывали зависимость урожайности яровой пшеницы и ярового ячменя от погодных факторов. Учёным рассмотрены длительные исследования по влиянию засухи на продуктивность агроценозов и описано их моделирование [17].

Основам статистического моделирования продуктивности ячменя в условиях степи Южного Урала посвятили свои исследования учёные И.Н. Бесалиев и А.Г. Крючков [18].

В результате проведённой математической обработки по всем вариантам длительного исследования расчёты показали, что выход зерна зависит в основном от температуры воздуха июня и на повышение продуктивности оказывают влияние выпавшие осадки мая и июня.

На одиннадцатом варианте (бессменный посев ячменя) показана самая лучшая связь между изучаемыми факторами: 1) приведены положительные и отрицательные показатели: бета-коэффициент, критерий Стьюдента при степени свободы 1,14; 2) определяется дельта-коэффициент, равный единице; 3) коэффициент регрессии отличается от нуля как по положительным значениям, так и отрицательным; 4) наибольшая стандартная ошибка по У-пересечению (свободный член) регрессионного уравнения составляет 0,93 по сравнению с независимой переменной

(температура воздуха июня) при равенстве 0,04; 5) множественная корреляция равняется 0,88 и коэффициент детерминации – 0,78 это свидетельствует о том, что на 78 % качественной рассчитана регрессия по выходу зерна в зависимости от температуры воздуха июня; 6) P – уровень значимости находится на оптимальном уровне ($P < 0,05$) и составляет 0,00, которая показывает сильную связь между признаками; 7) доля влияния погодных факторов на урожайность равняется 78,03 %.

На графике представлена зависимость выхода зерна в зернопаровом севообороте с горохом и бессменного ячменя на удобренном фоне питания от температуры воздуха июня (рис. 1). Из иллюстрации видно, что чем ниже или выше температура воздуха июня, тем выше или ниже уровень выхода зерна в изучаемых вариантах. Это наблюдение объясняется биологическими особенностями зерновых культур (реакция культурных растений на изменения оптимальной температуры прорастания), размещённых в этих посевах.

В нашем исследовании установлено влияние выпавших осадков июня на повышение выхода зерна по зернопаровому севообороту с горохом и ячменю при бессменном его возделывании на удобренном фоне питания. В опыте определена прямо пропорциональная зависимость, чем больше (меньше) количество выпавших осадков июня, тем наибольший (наименьший) выход зерновой продукции. Это происходит в фазе кущения и выхода в трубку зерновых культур за счёт усвоения необходимой влаги для полного роста и развития в посевах.

В предыдущей работе представлены результаты многолетнего исследования (2002-2016 гг.) по определению продуктивной влаги и её влиянию на урожайность сельскохозяйственных культур в шестипольных севооборотах и бессменных посевах в засушливых условиях Оренбургской области.

В результате эксперимента построена модель зависимости урожайности культур в сидеральных севооборотах одновременно от нескольких факторов (израсходованная и продуктивная влага в пахотном и метровом слоях почвы) в период уборки с долей их влияния 8,90 и 54,90 % на удобренном фоне питания. На основе полученных данных сделан вывод о том, что на продуктивность сельскохозяйственных культур оказывают влияние не только выпавшие осадки вегетационного периода, но и весенние запасы продуктивной влаги [19].

В связи с этим проведённая математическая обработка вариантов по продуктивной влажности показывает, что за 16 лет исследований выход зерна в зернопаропропашном севообороте (контроль) зависит от почвенной влаги в период посева пахотного горизонта на 27,10 % по удобренному фону питания. Результаты множественной регрессии показали, что продуктивность выхода зерна в сидеральном севообороте с просом зависит в период уборки от продуктивной влаги в слоях почвы 0-30 см и 0-100 см на 2,96 % и 11,78 % по неудобренному фону питания по сравнению с предыдущим исследованием.

Повышение продуктивности выхода зерна в севооборотах и урожайности бессменных посевов в основном зависит от сложившихся погодных факторов вегетационного периода зерновых культур. По данному исследованию установлено, что весенние запасы продуктивной влаги, накапливающиеся в результате осенних и зимних осадков, не оказывают значительного влияния на увеличение зерновой продукции в изучаемых вариантах опыта.

Выводы.

1. В результате исследования установлено влияние температуры воздуха июня, выпавших осадков мая и июня и израсходованной влаги в метровом слое почвы на повышение выхода зерновой продукции и урожайности для двух вариантов опыта соответственно: зернопарового севооборота с горохом и бессменного посева ячменя на удобренном фоне питания. Применение минеральных удобрений, правильное чередование и возделывание зерновых культур в севообороте и бессменном посеве также приводит к увеличению урожайности.

2. Наблюдение по влажности почвы показывает, что изменение выхода зерна в зернопаропропашном с кукурузой и сидеральном с просом севооборотах незначительно зависит от запасов продуктивной влаги в период посева и уборки. В связи с этим весенняя и остаточная почвенная влага в пахотном и метровом слоях почвы не приводит к резкому увеличению выхода зерна в севооборотах.

3. В остальных семи вариантах опыта на двух фонах питания математическая обработка экспериментальных данных по метеоусловиям и продуктивной влаге показывает, что погодные факторы и влажность почвы в малой степени влияют на увеличение выхода зерна.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Максютлов 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.
2. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург, 2008. 230 с.
3. Сулейменов М.К. «Фермерская Америка». Алматы: Издат. центр ОФППИ «Интерлигал», 2007. 160 с.
4. Сулейменов М.К. Жёлто-зелёная революция в земледелии Канады. Алматы: Издат. центр ОФППИ «Интерлигал», 2008. 240 с.
5. Шиятый Е.И. Основы оптимизации техно-эколого-экономических аспектов производства зерна в степных регионах // Аграрная наука. 2000. № 1. С. 16-18.
6. Шиятый Е.И. Качество зерна яровых культур и адаптация агротехнологий к почвенно-климатическим условиям // Сельскохозяйственная биология. 2008. № 1. С. 3-15.
7. Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А. Методология долгосрочного прогнозирования урожайности. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2014. 157 с.
8. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. Саратов, 2000. 275 с.
9. Тихонов В.Е., Кондрашова О.А., Неверов А.А. Агроклиматические ресурсы степного Приуралья: изменчивость и прогнозирование. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2013. 324 с.
10. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов / В.А. Жуков, А.Н. Полевой, А.Н. Витченко, С.А. Даниелов. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 207 с.
11. Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А. Методология формирования агроэкологического сорта в степной зоне Урала (на основе взаимодействия генотип-среда). Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2015. 153 с.
12. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 170 с.
13. Кафтан Ю.В. Приёмы повышения эффективности парового поля под яровую твёрдую пшеницу в полевых севооборотах на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 160 с.
14. Митрофанов Д.В. Эффективность зернопаровых, зернопропашных, зерновых звеньев севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2006. 184 с.
15. Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В. Повышение продуктивности звеньев севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Молодые учёные – Агропромышленному комплексу Поволжья: материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов. Саратов, 2010. С. 209-212.
16. Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В. Повышение продуктивности шестипольных севооборотов в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4(60). С. 8-10.
17. Тихонов В.Е. Засуха в степной зоне Урала. Оренбург: Тип. УВД Орен. обл., 2002. 250 с.

18. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Моделирование продуктивности ячменя в условиях степи Южного Урала. Оренбург: ИПК ГОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», 2007. 529 с.

19. Влияние продуктивной влаги на урожайность сельскохозяйственных культур в засушливых условиях Оренбургской области / Д.В. Митрофанов, Н.А. Максютков, 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 4 июня 2018 года

UDC 633.11:631.432.2(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

Influence of meteorological conditions and soil moisture on yield of grain in crop rotations and productivity of permanent crops on chernozems of southern Orenburg Cis-Urals

Summary. The article describes the results of the 2002-2017 study on the change of grain yield in crop rotation and the yield of permanent crops, depending on weather and climate conditions and soil moisture in the arid zone of the Orenburg Cis-Urals.

For the first time, the yield of grain in fallow hoed, fallow and siderary crop rotations and the yield of permanent grain crops are studied depending on main weather factors and productive moisture in the soil at a multi-year station. Comparative estimation of grain yield in crop rotations and yield of permanent crops as a result of the influence of productive and lost moisture in the soil layer 0-100 cm is given. The dependence of grain production on meteorological conditions and soil moisture in arable and meter soil layers is determined by means of multiple regression. Mathematical models have been constructed for the dependence of grain yield in crop rotation and the yield of permanent barley sowing on air temperature and precipitation. Indicators such as beta and delta coefficients, Student's test, correlation and determination coefficients, regression itself (regression coefficients, standard error, P-significance level) and the influence of factors on the dependent variable in this analysis are presented.

As a result of a long-term experiment in the southern chernozems of the Orenburg Cis-Urals, the obtained data on crop yields, productive moisture, temperature and precipitation of the growing season for each year are used to calculate multiple regression in a statistical program.

Key words: hard wheat, soft wheat, barley, grain yield, precipitation, air temperature, moisture, crop rotation, regression coefficients, multiple regression.

УДК 633.88:636

Использование систем «anti-quorum» в животноводстве (обзор)

К.Н. Атландерова, А.М. Макаева, С.А. Мирошников, М.Я. Курилкина

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

Аннотация. Антибиотики считаются наиболее эффективным препаратом для лечения бактериальных инфекционных заболеваний. За последние десятилетия были выделены многочисленные множественные лекарственно-устойчивые бактериальные штаммы. Теперь учёные изо всех сил стараются найти альтернативные подходы к профилактике и лечению бактериальных инфекций.

Чувствительность кворума (QS) – это образец бактериальной коммуникации, используемой для определения плотности и контроля коллективного поведения. Этот процесс зависит от производства, выпуска и группового обнаружения сигнальных молекул, названных автоиндукторами (AIs), которые обычно являются N-ацил-гомосерин-лактонами (AHLs), продуцируемыми в грамотрицательных бактериях.

QS играет важную роль в производстве факторов вирулентности и патогенности в PAO1. Многие исследования показывают, что нарушение системы QS может уменьшить секрецию факторов вирулентности и образования биоплёнки, и это будет являться надёжным путём для ингибирования бактериального инфекционного заболевания, то есть создания устойчивой системы «anti-quorum».

Действия фитобиотиков на кворум увеличивают интерес к экстрактам растений как средствам профилактики и лечения заболеваний инфекционно-воспалительного характера, которые эффективно подавляют (ингибируют) систему Quorum Sensing (QS) бактериальных патогенов. Оценка основных путей и методов ингибирования QS указывает на лекарственные растения как перспективный вариант получения эффективных и безопасных соединений с подобной активностью, а лечебное действие растений обусловлено содержанием в них большого числа биологически активных веществ, различных и многообразных по своему химическому составу и фармацевтическому действию.

Ключевые слова: животноводство, фитобиотики, растительные экстракты, вещества «anti-quorum», Quorum Sensing.

Введение.

Поскольку растения живут в средах с высокими микробными нагрузками, неудивительно, что они разработали инновационные защитные механизмы против бактериальных инфекций [1]. Некоторые растения производят и высвобождают вторичные метаболиты не только в качестве защиты от патогенных микроорганизмов, но и в целях преобладания над другими видами.

Некоторые лекарственные растения содержат комбинации фитохимикатов с новым потенциалом, контролирующим микробиологические заболевания из-за спектра вторичных метаболитов, присутствующих в экстрактах. Они включают фенолы, хиноны, флавоноиды, алкалоиды и полиацетилены. Эти вещества ориентированы на производство противомикробных соединений, которые ограничивают способность микроорганизмов вырабатывать факторы, необходимые для вирулентности и успешной колонизации [2].

Многие фитохимические вещества не являются высокоэффективными в качестве противомикробных агентов, вместо этого они обладают антипатогенными или антивирулентными свойствами, которые не являются бактерицидными и бактериостатическими и поэтому не вызывают развитие устойчивых бактерий. Вместо этого данные соединения ослабляют экспрессию генов, ответственных за патогенез и вирулентность, путём вмешательства в чувствительность кворума (QS) и других свойств [3].

Кворумное зондирование – это система связи, которая позволяет бактериям контролировать свою плотность населения за счёт производства и восприятия небольших молекул сигнала, называемых аутоиндукторами. В грамотрицательных бактериях молекулы аутоиндуктора включают ацил-гомосериновые лактоны (АХЛ), которые синтезируются членами аутоиндукторных синтаз (гомологи LuxI). Синтезированные сигнальные молекулы выделяются из клетки и связываются с конкретными рецепторными белками (LuxR гомологи) соседних клеточных стенок [4]. QS-системы регулируют широкий спектр клеточных и физиологических процессов, включая биолуминесценцию, адгезию и образование биоплёнки, производство антибиотиков, экспрессию фактора вирулентности, производство пигментов, подвижность, производство экзополисахаридов, образование и активность многих деградирующих ферментов в патогенах животных, рыб и растений. Учитывая, что QS является важным процессом выживания бактерий, патогенности и вирулентности, большое значение имеет создание терапевтических препаратов, которые предотвращают или управляют бактериальным патогенезом путём ингибирования бактериального QS.

QS может быть достигнут несколькими способами, включая ингибирование биосинтеза молекулы AHLs, деградацию молекул AHLs бактериальными лактоназами и ацилазами или использование небольших молекул для блокирования активации белка рецептора AHLs [5]. Идеальные ингибиторы QS были определены как химически стабильные и высокоэффективные молекулы с низкой молекулярной массой, которые проявляют высокую степень специфичности для регулятора QS без токсичных побочных эффектов как на бактериях, так и на конечном эукариотическом хозяине. Как синтетические, так и природные соединения способны нарушать QS-регулируемое поведение бактерий. Первая группа относится к природным и включает аналоги метилтиоаденозина, а также галогенированные фураноны, фитохимикаты из фруктов, трав и специй, циннамальдегид из чеснока, ванили и фитонциды из лекарственных экстрактов растений. К сожалению, галогенированные фураноны являются ядовитыми и могут быть слишком токсичными для лечения бактериальных инфекций у людей [6].

Таким образом, возрастает потребность в идентификации новых нетоксичных ингибиторов QS, которые могут привести к разработке новых противомикробных препаратов для лечения бактериальных заболеваний у людей, в сельском хозяйстве, аквакультуре и животноводстве.

Природные блокаторы Quorum Sensing. Кворумные ингибирующие соединения (QSI) были идентифицированы из широкого спектра природных ресурсов, в частности лекарственных растений, съедобных трав, фруктов и овощей [7], а также специй [8]. Природные продукты являются перспективными источниками соединений QSI, которые потенциально могут ингибировать QS-регулирование бактериальной колонизации и производства фактора вирулентности. Также возможно, что некоторые антимикробные свойства фитохимикатов могут быть отнесены к ингибированию QS, что не может быть связано с ингибированием роста микроорганизма. Такие антипатогенные соединения, в отличие от противомикробных средств, не являются ни бактерицидными, ни бактериостатическими и не уменьшают риск развития резистентности [9]. По сравнению с обычными противомикробными агентами ингибирующие QS-соединения, которые не убивают или не ингибируют рост микроорганизмов, менее склонны налагать селективное давление для развития резистентных бактерий. Фитохимические вещества часто имеют множественные терапевтические эффекты, и одним из их механизмов действия может быть ингибирование или модуляция QS, в результате чего они ослабляют экспрессию генов вирулентности, ответственных за патогенез и установление успешных инфекций путём вмешательства в системы бактериальной связи.

Продуктивность жвачных животных во многом определяется работой микрофлоры преджелудков, её численностью и соотношением отдельных видов. Бактериальные популяции рубца КРС координируют общественное поведение посредством процесса передачи сигналов «клетка-клетка», опосредованного молекулами диффундирующего сигнала [10]. Этот процесс, называемый «чувством кворума» (quorum sensing), как известно, контролирует экспрессию генов, ответственную за различные физиологические функции, включая вирулентность, производство антибиотиков и образование биоплёнки [11]. Грамотрицательные бактерии используют систему QS, опосредо-

ванную диффундирующими сигнальными молекулами типа N-ацилгомосеринлактонами (AHL) [12]. Многие патогенные бактерии используют систему quorum sensing (QS) для регулирования генов, необходимых для экспрессии вирулентности, поэтому ингибирование системы QS рассматривается как новая стратегия развития антипатогенных агентов, особенно для борьбы с бактериальными инфекциями, вызванными резистентными к антибиотикам штаммами [13].

За последние несколько лет проблема поиска решений ингибирования QS получила широкое развитие в исследованиях на эукариотах [14, 15]. Это позволило выделить несколько групп веществ, специфически ингибирующих QS в репортерных штаммах, в том числе аджоев из чеснока, катехин из *Combretum albiflorum*, иберин из хрена [16, 17].

Это обстоятельство определило интерес к исследованию возможных механизмов подавления «чувства кворума», что может быть достигнуто путём угнетения синтеза аутоиндукторов; деградации специфическими ферментами; ингибирования связывания с соответствующими рецепторными белками [18]. При этом ожидаемыми преимуществами новых решений являются минимизация влияния на нормофлору крупного рогатого скота, а также малая вероятность развития устойчивости к ним у патогенных микроорганизмов.

Совместное применение нанотехнологий и биотехнологии растений. Термином «зелёный синтез» называют синтез малых молекул из растительного сырья с использованием современных нанотехнологий. Экстракты растений играют важную роль для ионов металлов, они содержат различные соединения, такие как сахар, алкалоиды, полифенолы, белки и так далее, эти вещества дополнительно обеспечивают стабильность малым молекулам [19].

Многие учёные используют различные растительные источники для синтеза этих наночастиц, например, частицы зелёного нанозолота и серебра синтезированы из различных растительных источников: герани (*Pelargonium graveolens*) [20], экстракта листа лимонной травы (*Cymbopogon flexuosus*) [21], *Cinnamomum camphora* [22], *Aloe vera* [23], *Abelmoschus esculentus* и экстракты плодов *Emblica officinalis* [24], овса (*Avena sativa*) [25], люцерны (*Medicago sativa*) [26] и бенгальской фасоли (*Cicer arietinum*) [27]. Растения, такие как люцерна *Medicago sativa* [28] и *Brassica juncea*, использовались для синтеза серебра [29] и сплава Ag-Au-Cu НЧ. Наночастицы марганца синтезируются в виде ацетата марганца из восстанавливающего агента лимона с куркумином в качестве стабилизирующего агента [30].

Синтез наночастиц минералов этим процессом имеет два очевидных преимущества по сравнению с обычным, химическим методом. Во-первых, эти наноразмерные частицы обладают большей проницаемостью через стенки капилляров и тем самым играют важную роль в целенаправленной доставке лекарств. Во-вторых, в этом процессе используются биоразлагаемые материалы, которые исключают возможность накопления и загрязнения окружающей среды, химических вредных веществ [31].

Фитобиотики как альтернатива кормовым антибиотикам. В течение десятилетий общепринятой практикой является использование терапевтической дозы антибиотиков в кормах для сельскохозяйственных животных и птиц с целью предотвращения болезней и улучшения производственных показателей в животноводстве. Тем временем озабоченность по поводу возрастающего появления антибиотикорезистентных бактерий из-за необоснованного использования антибиотиков и побудила к разработке так называемых альтернатив антибиотикам.

Использование некоторых растений, например, *Quercus cortex* в кормлении сельскохозяйственных животных даёт возможность заменить антибиотики, тем самым корректировать рубцовое пищеварение. Было обнаружено, что экстракт коры дуба на питательной среде МПА подавляет численность микрофлоры кишечника сельскохозяйственной птицы. Также внесение двойного объёма экстракта приводит к более сильному подавлению численности кишечной микрофлоры: 79 и 59 % от контроля. Что говорит о высоком анти-QS-эффекте экстракта коры дуба. Это может быть полезным в области разработки методов контроля бактериальных инфекций, направленных на ингибирование QS у бактерий как ключевого механизма индукции их патогенного потенциала [32].

Растительные материалы широко используются в традиционных системах медицины [33]. Растительные экстракты, также известные как фитобиотики, были использованы в питании животных, особенно для их противомикробной, противовоспалительной, антиокислительной и противопаразитарной активности [34]. Многие растения обладают полезными многофункциональными свойствами и полученные из них биоактивные компоненты могут благоприятно воздействовать на организм животного. Биологически активными компонентами растений являются в основном вторичные метаболиты, такие как терпеноиды (моно- и сесквитерпены, стероиды и т. д.), фенолы (танины), гликозиды и алкалоиды (присутствующие в виде спиртов, альдегидов, кетонов, сложных эфиров, простых эфиров, лактонов и т. д.) [35]. Среди 109 новых антибактериальных препаратов, одобренных в период с 1981 по 2006 год, 69 % были получены из натуральных продуктов, а 21 % противогрибковых препаратов были натуральными производными или соединениями [36].

Экстракты растений обычно считаются безопасными и эффективными против некоторых бактерий. Они широко используются в кормах как стимуляторы роста и защита организма [37, 38], особенно в азиатских, африканских и южноамериканских странах, и постепенно используются в развитых странах в последние годы. В свиноводстве считается, что орегано, корица, мексиканский перец, тимьян могут уменьшить патогенную микробную массу в кишечнике [39-41]; сангровит, экстракт чеснока содержащий аллицин, способны увеличить прирост массы тела [42, 43]; тимьян, гвоздика, эвгенол и карвакрол способны улучшать продуктивность свиней [44, 45]. Сообщается также о влиянии фитогенных кормовых добавок на показатели прироста живой массы птицы [46].

Считается, что растительные экстракты при минимальных ингибирующих концентрациях (ВПК) 100-1000 мкг/мл в тестах на бактериальную восприимчивость *in vitro* обладают антибактериальными активностями [47]. Полезные антимикробные фитохимические вещества можно разделить на несколько категорий, таких как фенолы, полифенолы; терпеноиды, эфирные масла, алкалоиды, лектины, полипептиды [48].

Фитохимические вещества оказывают антимикробную активность через различные механизмы. Например, танины действуют путём лишения железа и взаимодействия с жизненно важными белками, такими как ферменты [49]; основной алкалоид индолохинолина – криптолепин является интеркалятором ДНК и ингибитором изомеразы [50]. Образуя комплексы со стеринами, присутствующими в мембране микроорганизмов, вызывают повреждение мембраны и последующий лизис клеток [51]. Эфирные масла обладают антимикробными свойствами, но механизм воздействия на микроорганизм плохо изучен. Фактически, антимикробная активность многих растительных экстрактов ещё не была чётко прояснена [52].

Общей чертой фитобиотиков является то, что они представляют собой очень сложную смесь биоактивных компонентов. Существует множество различий в их составе из-за биологических факторов (виды растений, место выращивания и условия сбора), производства (экстракция или дистилляция и стабилизация) и условий хранения (свет, температура). Только при определённых обстоятельствах растительные экстракты могут улучшить пищеварение животных и контролировать микрофлору. Реакция роста птицы на растительные стимуляторы по-прежнему противоречива, поскольку для её определения на продуктивность бройлеров требуется одинаковое количество активных химических веществ в растительном экстракте, которые часто варьируют. На химический состав растительных биостимуляторов и их параметры влияют их физические свойства, генетическая изменчивость растения, возраст, различная дозировка, метод экстракции, время сбора урожая и совместимость с другими веществами [53]. Поэтому трудно проводить комплексное исследование токсикологии и оценки безопасности на травах и их экстрактах из-за их сложного состава. Задача состоит в том, чтобы определить оптимальное количество веществ «*anti-quorum*», содержащихся в растительном сырье, благотворно влияющее на биодоступность рационов, не нарушающих физиологию животных.

При использовании фитогенных кормовых добавок нужно учитывать взаимодействия их с другими питательными веществами рациона. Имеются сведения о неблагоприятных воздействиях фитогеников на ферментные препараты, приводящих к частичной денатурации белков.

Таким образом, фитобиотики представляют собой группу природных добавок, контролирующих микробиому рубцового содержимого, но исследования их механизма действия, совместимости с другими компонентами корма, токсичности и оценка безопасности требуют дальнейшего изучения, прежде чем их можно будет применять в мировом масштабе для сельскохозяйственных животных.

Выводы.

Фитогенные соединения содержат большое количество активных ингредиентов и, таким образом, представляют собой одну из наиболее перспективных альтернатив антибиотикам. Однако их применение в кормлении сельскохозяйственных животных ограничено в основном из-за их малой изученности и отсутствия полного понимания механизмов действия. Глубокое изучение влияния фитогенных соединений на три компонента: рубцовую микробиоту, кишечную физиологию и иммунологию в рамках желудочно-кишечной экосистемы и механизмов, возможно, позволит нам наилучшим образом использовать фитобиотики для экономически эффективного и продуктивного производства мяса. Наконец, необходимо оценить потенциальные риски при использовании фитогенных соединений для кормления животных и здоровья человека. Производство малых молекул посредством «зеленого синтеза» может быть использовано в качестве неплохой альтернативы химическому методу.

Таким образом, исследования, проводимые в данном направлении, набирают обороты, однако при изучении «anti-quorum» веществ, содержащихся в растительных экстрактах, следует учитывать их эффективность и биобезопасность, избегая вреда для животных, людей и окружающей среды.

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

Литература

1. Dietary phytochemicals as quorum sensing inhibitors / D.A. Vatter, K. Mihalik, S.H. Crixell, R.J.C. McLean // *Fitoterapia*. 2007. № 78. P. 302-310.
2. Quave C.L., Plano L.R.W., Bennett B.C. / Quorum sensing inhibitors of *Staphylococcus aureus* from Italian medicinal plants // *Planta Medica*. 2011. № 77. P. 188-195.
3. Antibiofilm and quorum sensing inhibitory potential of *Cuminum cyminum* and its secondary metabolite methyl eugenol against Gram negative bacterial pathogens / I.A.S.V. Packiavathy, P. Agilandeswari, K. Syed Musthafa, S.K. Pandian, A.V. Ravi // *Food Research International*. 2012. № 45. P. 85-92.
4. Rasmussen T.B., Givskov M. Quorum-sensing inhibitors as anti-pathogenic drugs // *International Journal of Medical Microbiology*. 2006. № 296. P. 149-161.
5. Kociolek M.G. Quorum-sensing inhibitors and biofilms // *Anti-Infective Agents in Medicinal Chemistry*. 2009. № 8. P. 315-326.
6. Oxidative DNA damage protective activity, antioxidant and anti-quorum sensing potentials of *Moringa oleifera* / B.N. Singh, B.R. Singh, R.L. Singh, D. Prakash, R. Dhakarey, G. Upadhyay, H.B. Singh // *Food and Chemical Toxicology*. 2009. № 47. P. 1109-1116.
7. Anti-quorum sensing activity of medicinal plants in southern Florida / Adonizio A.L., Downum K., Bennett B.C., Mathee K. // *Journal of Ethnopharmacology*. 2006. №15. P. 427-435.
8. Antiquorum sensing and antibiofilm potential of *Capparis spinosa*. / I.A.S.V. Packiavathy, P. Agilandeswari, R.R. Babu, P.S. Karutha, A.V. Ravi // *Archives of Medical Research*. 2011. № 42. P. 658-668.
9. Food phytochemicals act as quorum sensing inhibitors reducing production and/or degrading autoinducers of *Yersinia enterocolitica* and *Erwinia carotovora* / P. Truchado, F.A. Tomás-Barberán, M. Larrosa, A. Allende // *Food Control*. 2012. № 24 P. 78-85.
10. Schauder S., Bassler B.L. The languages of bacteria // *Genes & Development*. 2001. № 15(12). P. 1468-1480.

11. Rutherford S.T., Bassler B.L. Bacterial quorum sensing: its role in virulence and possibilities for its control // Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine. 2012. T. 11. № 2. P. 235-242.
12. Fuqua C., Parsek M.R., Greenberg E.P. Regulation of gene expression by cell-to-cell communication: acyl-homoserine lactone quorum sensing // Annual Review of Genetics. 2001. № 35. P. 439-468.
13. Rasko D.A., Sperandio V. Anti-virulence strategies to combat bacteria-mediated disease // Nature Reviews Drug Discovery. 2010. № 9. P. 117-128.
14. Screening for quorum-sensing inhibitors (QSI) by use of a novel genetic system, the QSI Selector / T.B. Rasmussen, T. Bjarnsholt, M.E. Skindersoe, M. Hentzer, P. Kristoffersen, M. Kôte et al. // Journal of Bacteriology. 2005. T. 187. № 5. P. 1799-1814.
15. Gonzalez J.E., Keshavan N.D. Messing with bacterial quorum sensing // Microbiology and Molecular Biology Reviews. 2006. T. 70. № 4. P. 859-875.
16. Identification of catechin as one of the flavonoids from Combretum albiflorum bark extract that reduces the production of quorum-sensing-controlled virulence factors in Pseudomonas aeruginosa PAO1 / O.M. Vandeputte, M. Kiendrebeogo, S. Rajaonson, B. Diallo, A. Mol, M. El Jaziri et al. // Applied and Environmental Microbiology. 2010. T. 76. № 1. P. 243-253.
17. Food as a source for quorum sensing inhibitors: iberin from Horseradish revealed as a quorum sensing inhibitor of Pseudomonas aeruginosa A / T.H. Jakobsen, S.K. Bragason, R.K. Phipps, L.D. Christensen, M. vanGennip, M. Alhede et al. // Applied and Environmental Microbiology. 2012. T. 78. № 7. P. 2410-2421.
18. Frederix M., Downie J.A. Quorum sensing: regulating the regulators // Advances in Microbial Physiology. 2011. T. 195. № 16. P. 3583-3589.
19. Bioreduction of chloraurate ions by geranium leaves and its endophytic fungus yields gold nanoparticles of different shapes / S.S. Shankar, A. Ahmad, R. Pasricha, M. Sastry // Journal of Materials Chemistry. 2003. № 13. P. 1822-1826.
20. Controlling the optical properties of lemongrass extract synthesized gold nanotriangles and potential application in infrared-absorbing optical coatings / Shankar S.S., A. Rai, A. Ahmad, M. Sastry // Journal of Materials Chemistry. 2005. № 17. P. 566-572.
21. Biosynthesis of silver and gold nanoparticles by novel sundried Cinnamomum camphora leaves / J. Huang, Q. Li, D. Sun, Y. Lu, Y. Su et al. // Nanotechnology. 2007. Vol. 18. P. 10-17.
22. Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using Aloe vera plant extract / S.P. Chandran, M. Chaudhary, R. Pasricha, A. Ahmad, M. Sastry // Biotechnology Progress. 2006. № 22. P. 577-583.
23. Green synthesis of gold nanoparticles using seed aqueous extract of Abelmoschus esculentus and its antifungal activity / C. Jayaseelan, R. Ramkumar, A.A. Rahuman, P. Perumal // Industrial Crops and Products. 2013. № 45. P. 423-429.
24. Biosynthesis of gold and silver nanoparticles using Emblica officinalis fruit extract, their phase transfer and transmetallation in an organic solution / B. Ankamwar, C. Damle, A. Ahmad, M. Sastry // Journal of Nanoscience and Nanotechnology. 2005. № 5. P. 1665-1671.
25. Gold nanoparticle formation by oat and wheat biomasses / V. Armendariz, J.L. Gardea-Torresdey, M. Jose-Yacaman, J. Gonzalez, I. Herrera // Proceedings of the Waste Research Technology Conference. 2002. № 4. P. 14-17.
26. Alfalfa sprouts: A natural source for the synthesis of silver nanoparticles / J.L. Gardea-Torresdey, E. Gomez, J.R. Peralta-Videa, J.G. Parsons, H. Troiani, M. Jose-Yacaman // Langmuir. 2003. № 19. P. 1357-1361.
27. Green synthesis of silver nanoparticles using Piper nigrum concoction and its anticancer activity against MCF-7 and Hep-2 cell lines / V. Krishnan, G. Bupesh, E. Manikandan, A.K. Thanigai, S. Magesh, R. Kalyanaraman, M. Maaza // Journal of Antimicrobial Agents. 2016. Vol. 2. P. 212-219.
28. Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation and purine derivatives in sheep / L. Shi, W. Xun, W. Yue, C. Zhang and Y. Ren et al // Animal Feed Science and Technology. 2011. № 163. P. 136-142.
29. Jayandran M., Haneefa M.M., Balasubramanian V. Green synthesis and characterization of Manganese nanoparticles using natural plant extracts and its evaluation of antimicrobial activity // Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2015. № 5. P. 105-110.

30. Savoia D. Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics // *Future Microbiology*. 2012. № 7. P. 979-990.
31. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review / H. Vondruskova, R. Slamova, M. Trckova, Z. Zraly, I. Pavlik // *Veterinari Medicina*. 2010. № 55(5). P.199-224.
32. Оценка воздействия на кишечную микрофлору птицы веществ, обладающих антибиотическим, пробиотическим и анти-quorum sensing эффектами / Г.К. Дускаев, Е.А. Дроздова, Е.С. Алешина, А.С. Безрядина // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2017. № 11(211). С. 84-87.
33. Huyghebaert G., Ducatelle R, Van Immerseel F. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers // *The Veterinary Journal*. 2011. Т. 187. P. 182-188.
34. Newman D.J. Natural products as leads to potential drugs: an old process or the new hope for drug discovery? // *Journal of Medicinal Chemistry*. 2008. Т. 51. P. 2589-2599.
35. Hashemi S.R., Davoodi H. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition // *Veterinary Research Communications*. 2011. № 35. P. 169-180.
36. Abreu A.C., McBain A.J., Simoes M. Plants as sources of new antimicrobials and resistance-modifying agents // *Natural Product Reports* 2012. № 29. P. 1007-1021.
37. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs / E.G. Manzanilla, J.F. Perez, M. Martin, C. Kamel, F. Baucells, J. Gasa // *Journal of Animal Science*. 2004. № 82. P. 3210-3218.
38. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs / H. Namkung, M. Li, J. Gong, H. Yu, M. Cottrill, C.F.M. De Lange // *Canadian Journal of Animal Science*. 2004. № 84. P. 697-704.
39. Effect of *Camellia sinensis* L. whole plant extract on piglet intestinal ecosystem / R. Zanchi, E. Canzi, L. Molteni, M. Scozzoli // *Annals of Microbiology*. 2008. № 58. P. 147-152.
40. Borovan L. Plant alkaloids enhance performance of animals and improve the utilizability of amino acids (in Czech) // *Krmivarstvi*. 2004. № 6. P. 36-37.
41. Aged garlic extract and allicin improve performance and gastrointestinal tract development of piglets reared in artificial sow / M.R. Tataara, E. Sliwa, K. Dudek, A. Gawron, T. Piersiak, P. Dobrowolski et al. // *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2008. № 15. P. 63-69.
42. Effects of herbal extracts and antimicrobials on apparent digestibility, performance, organs morphometry and intestinal histology of weanling pigs / L.L. Oetting, C.E. Utiyama, P.A. Giani, U.D. Ruiz, V.S. Miyada // *Revista Brasileira de Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science*. 2006. № 35. P. 1389-1397.
43. Costa L.B., Panhoza Tse M.L., Miyada V.S. Herbal extracts as alternatives to antimicrobial growth for weanling pigs // *Revista Brasileira de Zootecnia-Brazilian Journal of Animal Science*. 2007. Т. 36. P. 589-595.
44. Hashemi S.R., Davoodi H. Phytochemicals as new class of feed additive in poultry industry // *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2010. № 9. P. 2295-2304.
45. Simoes M., Bennett R.N., Rosa E.A. Understanding antimicrobial activities of phytochemicals against multidrug resistant bacteria and biofilms // *Nat. Prod. Rep*. 2009. № 26. P. 746-757.
46. Use of phytochemical products as feed additives for swine and poultry / W. Windisch, K. Schedle, C. Plitzner, A. Kroismayr // *Journal of Animal Science*. 2008. Т. 86. № 14. P. 140-148.
47. Scalbert A. Antimicrobial properties of tannins // *Phytochemistry*. 1991. № 30. P. 3875-3883.
48. Antibacterial activity of alkaloids from *Sida acuta* / D. Karou, A. Savadogo, A. Canini, S. Yameogo, C. Montesano, J. Simporé et al. // *African Journal of Biotechnology*. 2006. № 5. P. 195-200.
49. Morrissey J.P., Osbourn A.E. Fungal resistance to plant antibiotics as a mechanism of pathogenesis // *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 1999. № 63. P. 708-724.
50. Stavri M., Piddock L. J., Gibbons S. Bacterial efflux pump inhibitors from natural sources // *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2007. № 59. P. 1247-1260.
51. Harvey A.L. Natural products in drug discovery // *Drug Discovery Today*. 2008. № 13. P. 894-901.

52. Yang Y., Iji P.A., Choct M. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics // *World's Poultry Science*. 2009. № 65. P. 97-114.

53. Opinion of the FEEDAP Panel on the safety and efficacy of the product Farmatan for rabbits and piglets / A. Anadon, M. Abroix Arzo, G. Bories, P. Brantom, J. Brufau de Barbera, A. Chesson et al. // *EFSA Journal*. 2005. № 222. P. 1-20.

Атландерова Ксения Николаевна, аспирант, специалист 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: atlander-kn@mail.ru

Макаева Айна Маратовна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Мирошников Сергей Александрович, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор 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: vniims.or@mail.ru

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

Поступила в редакцию 17 апреля 2018 года

UDC 633.88:636

Atlanderova Kseniya Nikolayevna, Makaeva Aina Maratovna, Miroshnikov Sergey Aleksandrovich, Kurilkina Marina Yakovlevna

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

Use of «anti-quorum» systems in animal husbandry (review)

Summary. Antibiotics are considered the most effective drug for the treatment of bacterial infectious diseases. As the number of antibiotics has increased in recent decades in clinical and livestock production in humans, numerous multiple drug-resistant bacterial strains have been isolated. Now scientists try to find alternative approaches to the prevention and treatment of bacterial infections.

The quorum sensitivity (QS) is a sample of bacterial communication used to determine the density and control of collective behavior. This process depends on the production, release and group detection of signaling molecules called autoinducers (AIs), which are usually N-acyl homoserine lactones (AHLs) produced in gram-negative bacteria.

QS plays an important role in the production of virulence factors and pathogenicity in PAO1. Many studies show that a violation of the QS system can reduce the secretion of virulence factors and the formation of biofilms, and this will be a reliable way to inhibit a bacterial infectious disease, that is, to create a stable «anti-quorum» system.

Actions of phytobiotics on quorum increase interest to plant extracts as means of preventing and treating infectious inflammatory diseases that effectively inhibit Quorum Sensing (QS) system of bacterial pathogens. Evaluation of main ways and methods of QS inhibition indicates medicinal plants as a promising option for obtaining effective and safe compounds with similar activity, and the therapeutic effect of plants is due to the content in them of a large number of biologically active substances, various and diverse in their chemical composition and pharmaceutical action.

Key words: cattle breeding, phytobiotics, plant extracts, anti-quorum substances, Quorum Sensing.

УДК 577.17:631

Особенности применения наноразмерных форм микроэлементов в сельском хозяйстве (обзор)

А.П. Романова¹, В.В. Титова¹, А.М. Макаева²

¹ ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

² ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. Наиболее существенным фактором для нормального хода развития и функционирования любых биологических систем можно назвать их обеспеченность минеральными веществами, в первую очередь макро- и микроэлементами. Минеральные вещества могут являться составной частью органических макромолекул, быть представленными в виде минеральных солей или хелатных соединений. Помимо прочего, микроэлементы присутствуют в окружающей среде и в наноразмерной форме.

Микроэлементам как катализаторам обмена веществ отводится основополагающая роль в реализации данных процессов. Поэтому на сегодняшний день огромный научный интерес состоит в изучении уникальных свойств наночастиц металлов-микроэлементов, их биологических эффектов и, что немаловажно, токсикологических свойств.

Перспективное направление исследовательских работ для экологии, биологии, сельского хозяйства и медицины в настоящее время – разработки в области нанотехнологий, связанные главным образом с производством и использованием ультрадисперсных частиц металлов. Особое научное значение уделяется исследованиям наночастиц из числа физиологически значимых металлов: меди, железа, цинка, хрома, кобальта, селена, молибдена и марганца. Их стойкость, накопление, растворимость и общая химическая активность существенно отличаются от подобных параметров для частиц более крупных размеров.

Одна из главных областей применения наноразмерных форм микроэлементов – сельское хозяйство, а именно их внедрение в сектор производства кормовых и пищевых добавок для сельскохозяйственных животных, удобрений и средств защиты культурных растений. Широкие перспективы для использования нанопродуктов есть в медицине и фармацевтической промышленности, а также в области охраны окружающей среды.

Однако нельзя не учитывать факт возможности биологических рисков, связанных с применением нанотехнологий, которые находят отклик в исследованиях в области нанотоксикологии.

Ключевые слова: сельское хозяйство, наночастицы, микроэлементы, биологическая роль, экологические риски.

Введение.

Для нормального развития и функционирования любой биологической системы, в том числе организма людей или сельскохозяйственных животных, важно присутствие минеральных веществ [1-6], которые могут являться составной частью органических макромолекул, а также могут быть представлены в виде минеральных солей, хелатных соединений и в наноразмерной форме отдельных химических элементов [7-15]. Наночастицам (НЧ) характерны проявление высокого уровня биологической активности, иные физико-химические параметры и токсические свойства при сравнении с макрочастицами тех же элементов [16, 17].

Изучение уникальных свойств наночастиц металлов-микроэлементов (тепловых, магнитных, оптических, структурных и т. п. [18]), их биологической активности и токсикологических свойств [19-24] на сегодняшний день представляется актуальным, поскольку в мире сложилась ситуация, для которой характерно повышенное внимание к нанотехнологиям как к возможному решению многих экологических, продовольственных и пищевых проблем современности. Вместе с этим значительные масштабы производства наноматериалов повышают риски возможного токсического воздействия наночастиц, что требует разработки соответствующих решений для минимизации отрицательного воздействия на живые организмы и окружающую среду [25, 26].

Перспективным направлением деятельности для экологии, биологии, сельского хозяйства и медицины в настоящее время служат разработки в области нанотехнологий, связанные с производством и использованием ультрадисперсных частиц металлов [27].

Области применения наночастиц микроэлементов. В настоящее время помимо органических форм источников микроэлементов определённым интересом характеризуются наночастицы металлов, которые могут быть рассмотрены как их альтернатива [28]. Номенклатура Международного союза теоретической и прикладной химии (IUPAC) определяет наночастицы как аморфные или полукристаллические структуры, которые имеют хотя бы один характерный размер в диапазоне 1-100 нм. Нужно отметить, что понятие наночастиц может не связываться с их размером, а предполагать проявления в этом размерном диапазоне новых свойств, отличных от свойств частиц большего размера одного и того же микроэлемента [29, 30].

Наночастицы микроэлементов относятся к классу неорганических, имеют ядро, а их внешняя оболочка формируется атомами металлов. Они обладают комплексом химических, биологических и физических свойств, сильно отличающихся от свойств сходных веществ в форме макроскопических дисперсий [31]. В настоящее время выделяются следующие области применения наночастиц металлов:

1. Медицина и электроника (в данном случае актуально использование наночастиц кобальта, никеля, золота и их магнитных свойств);
2. Синтез каучука и полимеров (с наночастицами меди, серебра, кобальта и никеля, на основании их каталитических свойств);
3. Производство антикоррозийного покрытия и проводящих материалов (в составе с наночастицами серебра, меди, цинка, кобальта, основываясь на их электрических свойствах);
4. Для очистки воды, промышленного производства бактерицидных тканей и дезинфицирующих средств, а также материалов бытовой химии и лакокрасочных материалов (биоцидные свойства наночастиц серебра, меди, цинка и никеля) [32-34].

Нанотехнологии могут внести значительный вклад в охрану окружающей природной среды посредством разработки и внедрения высокоэффективных фильтров для различных видов отходов (бытовых, производственных), возможности обезвреживания особо опасных объектов сооружениями из сверхпрочных материалов, использования наночипов и наносенсоров, создания передовых технологий энергосбережения [35]. Но в связи с увеличением количества наночастиц в окружающей среде в виду возрастающего использования в коммерческих целях необходимо более тщательно вести контроль за их поступлением в биосферу. Наиболее существенно наночастицы аккумулируются в водной среде, оказывая токсическое действие на аквабиоценозы. По данным исследований, присутствие в среде наночастиц металлов приводит к гибели *Stylonychia Mytilus* [36, 37].

Нанопрепараты с частицами металлов размером до 100 нм применяются в растениеводстве как микроудобрения, что увеличивает степень устойчивости растений к неблагоприятным средовым факторам и демонстрирует возрастание уровня урожайности сельскохозяйственных культур. Наночастицы магния влияют на скорость протекания фотосинтеза растительных организмов. В исследовании механизмов прооксидантных эффектов наночастиц металлов на растениях выявлено, что значительные концентрации наночастиц, а именно 0,1 М, характеризуются токсическим эффектом наряду с появлением повреждений клеток растений [38]. В эксперименте с внесением наночастиц железа в песочный субстрат для культивирования семян пшеницы в определённом диапазоне концентраций было показано стимулирование роста образующихся проростков, но при этом фиксировалось накопление железа в тканях растений [39].

В значительной степени интерес к применению НЧ металлов-микроэлементов в животноводстве связан с деятельностью ведущих мировых корпораций и объединений производителей, в числе которых Американская ассоциация производителей кормов (AFIA), которая выступила с инициативой по дальнейшему развитию нанотехнологий в области кормления сельскохозяйственных животных [40].

Превосходство НЧ над аналогами показано для многих элементов. Широкие перспективы использования наночастиц микроэлементов есть и в медицине. К ним относятся: разработка покрытия для искусственных суставов, лечение дефектов костных тканей, адресная доставка лекарственных препаратов, развитие генной и молекулярной инженерии [41].

Применение наночастиц таких металлов как цинк, титан и железо позволит создать активные агенты-переносчики с уникальными адресными свойствами. По данным некоторых исследований, с их помощью можно не только эффективно доставить биологически активные молекулы через барьерные слои организма, но и значительно повысить уровень действия медицинских препаратов [42]. Несмотря на то, что область использования наночастиц быстро расширяется, существует необходимость более полного освещения положительных и отрицательных сторон этого вопроса [43].

Большие надежды возлагаются на развитие нанотехнологий в области решения проблемы раковых заболеваний. Предполагается разработка методов на основе использования наночастиц металлов, с помощью которых можно было бы обеспечить раннюю диагностику заболевания, выявить точное место локализации опухолевых клеток до проведения операционного вмешательства и наиболее эффективно доставить препарат в злокачественное новообразование. Помимо указанного существует необходимость разработки и внедрения методов предупреждения развития опухолей и общей профилактики здоровья организма для предрасположенных или находящихся в группе онкологического риска [44].

Биологические эффекты и экологические риски наноразмерных форм микроэлементов. Применение наночастиц металлов-микроэлементов в агропромышленном комплексе в настоящее время имеет свои наработки в области совершенствования эффективности доставки средств защиты растений и удобрений в растительный организм. Такой продукт нанотехнологий, как нанопорошок микроэлементов вызывает значительный интерес у селекционеров и генетиков растительных организмов, поскольку эти порошки способны оказывать отчётливо выраженный бактерицидный и фунгицидный эффекты, а также способны работать в роли элементов минерального питания растений длительного действия, что в результате увеличивает их адаптивный потенциал (наблюдается усиление продуктивности и экологической устойчивости). Было установлено, что влияние на семена растений с продовольственным, лекарственным и техническим назначением дисперсных систем, которые содержали нанопорошки металлов, значительно увеличивает энергию прорастания, полевую всхожесть, а также активность роста проростков и выживаемость растений, что найдёт благоприятный отклик во всех элементах структуры урожая растений. Урожайность пшеницы при этом увеличивалась на 14 %, зелёной массы – на 26 %, картофеля – на 31 %. У таких культур, как подсолнечник, рапс, горчица значительно возрастал показатель масличности [26]. Однако наночастицы металлов при определённой концентрации в среде способны спровоцировать окислительные реакции в клетках растений, которые могут вызывать сильные повреждения [45].

По данным некоторых исследований, наночастицы металлов, внесённые в почву, постепенно окисляются и создают отрицательные условия для развития патогенной микрофлоры, а предпосадочная обработка клубневых культур и последующее опрыскивание вегетирующих частей растения нанопорошками, солями железа и меди повышает урожайность данных культур. Предпосевное замачивание семян в суспензиях нанопорошков микроэлементов оказывает влияние на дыхательную функцию, окислительное фосфорилирование и на фотохимическую активность хлоропластов в разные фазы развития растения. Нанопорошки стимулируют активность биоэнергетической системы клеток, способствуя значительному увеличению роста и активности фотосинтеза [11].

Имеется опыт по использованию нанотехнологий в генной инженерии, а именно для доставки в растения определённых последовательностей ДНК. В эти последовательности ДНК входят так называемые наноконтейнеры, в которые упаковываются субстанции с необходимыми свойствами, отсутствующими у растения, и система адресной доставки, которая располагается на верхней части наноконтейнера [26].

Американские исследователи с помощью наноразмерных частиц смогли доставить в растения одновременно и ДНК, и белки, что открыло возможность для проведения ещё более усложнённых и целенаправленных генных модификаций. В рамках эксперимента с помощью мезопористых наноразмерных частиц диоксида кремния учёным удалось поменять цвет клеток растений. Успех нанотехнологии был продемонстрирован на луке, табаке и кукурузе [5].

С целью охраны окружающей природной среды разработаны наночипы и биосенсоры на основе наночастиц металлов [2].

Нанотехнологии в настоящее время находят отклик и в пищевой промышленности. С их помощью возможно увеличить сроки хранения продуктов питания через разработку и внедрение пищевых плёнок и пластиковых ёмкостей с наночастицами, угнетающими жизнь бактерий. Нанофильтрация продуктов питания позволяет выделить отдельные химические вещества из раствора, например, лактозы из молока. Используя наночастицы, можно производить продукты питания с заданным химическим составом или иными показателями [46].

В биологии, медицине и ветеринарии приоритетное направление использования наночастиц связано с углеродными нанотрубками, которые решают проблему транспорта лекарственных средств благодаря селективному транспорту через мембраны клеток, а в перспективе могут использоваться для генотерапии. С помощью углеродных нанотрубок существует возможность транспорта разнообразных типов белков внутрь клеток [47].

Библиография исследования свойств наночастиц металлов для медицинских целей очень обширна и постоянно пополняется. Наночастицы металлов, в отличие от других веществ, напрямую взаимодействуют с биомолекулами, что позволяет увеличить степень эффективного воздействия лекарственных средств, избегая введения повышенных доз препарата. Одним из преимуществ препаратов на основе наноразмерных форм микроэлементов можно считать широкий спектр способов поступления препарата, например, внутриглазной, пульмональный и назальный, что невозможно реализовать в рамках применения обычных лекарств [41].

Другое важное направление развития нанотехнологий в медицинской практике основывается на разработках «совершенных» вакцин с использованием наночастиц металлов, например, противогриппозной.

Возможность применения для перевязочных материалов наночастиц золота и серебра, обладающих антисептическими свойствами, была исследована по гомеостазу беспородных белых крыс-самцов в процессе лечения ран. Результаты экспериментов показали, что перевязочный материал, в состав которого входят наночастицы золота и серебра, может быть рекомендован для использования в медицинских целях. Применение таких бинтов в практике ведёт к изменению лейкоформулы, лейкоцитарного индекса и к активации функциональной активности фагоцитов.

В качестве модулей, которые могут обеспечить визуализацию и проявить различное повреждающее действие на раковые клетки, в настоящее время исследуются гибридные наноструктуры на основе адресных полипептидов и наночастиц различной природы (квантовых точек, нанозолота, наноалмазов, нанофосфоров, магнитных и полимерных наночастиц металлов) [48].

Использование в качестве носителей с целью доставки лекарственных веществ при лечении онкологических заболеваний демонстрируют наночастицы золота, при этом оказывая значительные положительные эффекты на общее состояние больных. В ходе эксперимента было показано накопление в ретикулярных клетках лимфоидной ткани частиц золота, что вело к активации иммунных реакций организма животных за счёт стимулирования активности макрофагов и лимфоцитов. Помимо этого была установлена положительная стимуляция дыхательной активности клеток через усиление активности ферментов митохондрий. Выраженной цитотоксичностью обладают наночастицы золота, размер которых составляет 1,4 нм, при этом частицы размером 15 нм имеют противоположную характеристику [49].

В секторе животноводства применение ультрадисперсных препаратов как источников микроэлементов в питании животных имеет очень большие перспективы. Было доказано улучшение качества показателей роста и развития исследуемых животных с выраженным улучшением про-

дуктивности [50]. Наиболее корректным способом введения наночастиц при этом можно считать их внутримышечное введение или энтеральное поступление в организм через стенки желудка и тонкого кишечника [51].

Ряд экспериментов показал, что влияние наночастиц серебра на сельскохозяйственных животных характеризуется высоким биопотенциалом, проявляющимся в стимуляции органов пищеварения за счёт развития стрессорной реакции с последующей инициацией приспособительных процессов, которые протекают наряду с усилением энергетического метаболизма. Эти наночастицы меняют видовой состав микрофлоры кишечника в виду увеличения количества бифидобактерий, имеют противотоксические свойства при кадмиевом токсикозе, участвуют в накоплении биомассы растениями, повышают тургор клеток и обнаруживают некоторые антиоксидантные свойства. Наночастицы серебра, обладая антимикробными и противовоспалительными свойствами, активируют комплекс защитно-приспособительных механизмов животных, влияя на иммунитет. Было установлено, что наноразмерные формы серебра накапливаются у лабораторных животных преимущественно в печени и ускоряют синтез белков в организме, то есть оказывают анаболическое действие.

Изучение действия комбинированных комплексов наночастиц металлов на организм рыб было проведено в искусственных условиях экспериментальной клиники. Полученные данные позволили установить предпочтительный размер наноразмерных частиц кобальта и железа – 20 и 30 мг на килограмм комбикорма, который способен наиболее эффективно активизировать защитные механизмы организма рыб, приводя к активному росту массы тела и к повышению уровня обменных процессов. Положительное влияние наночастиц кобальта и железа при этом заключалось в действии данных химических элементов на биохимические и морфологические показатели крови [52].

Однако в ходе эксперимента было установлено истощение функций красного костного мозга под влиянием длительного действия наночастиц, что подразумевает необходимость проведения оценки существующих рисков применения наночастиц в комбикормах [53].

Лабораторные эксперименты с добавлением наночастиц золота, проводимые на беременных самках белых крыс, продемонстрировали проникновение нанозолота в печень плода, то есть инфильтрацию в фетальные ткани при закладке эмбриона или/и на ранних стадиях формирования плаценты. При обследовании потомства на сроке 30 дней, обнаружили снижение и торможение накопления общей массы тела и спонтанные изменения в подвижности организмов. Следовательно, диффузия наночастиц золота в ткани плода белых крыс носит накопительный эффект, так как первые признаки влияния наночастиц на отклонение в развитии обнаружили в конце первого месяца жизни и в репродуктивном возрасте потомства. Таким образом, было выявлено, что контакт с нанозолотом приводит к формированию хронической патологии [54].

Наночастицы компонентов кормов и кормовых добавок – одно из направлений разработок в области повышения уровня биологической доступности питания для сельскохозяйственных животных [55-58].

Результаты воздействия наноконцентра (Ag, Cu, Fe, и двуокись Mn) на организм кур-несушек в дозе от 0,3 мг/кг характеризуются позитивным воздействием на животных, что даёт возможность считать добавление наночастиц в кормовые добавки потенциально перспективным направлением разработок для сельского хозяйства [59].

Введение наночастиц меди стимулирует систему регуляции уровня микроэлементов в печени лабораторных животных [60].

Приготовление наночастиц рассматривается как один из путей повышения биодоступности компонентов пищи, в том числе препаратов микроэлементов [61-67]. Это определяет интерес к созданию новых пищевых и кормовых добавок с наноразмерными компонентами [68, 69]. Наночастицы микроэлементов характеризуются невысокой токсичностью при сравнении с обычными источниками металлов-микроэлементов [70-73].

Изучение влияния препаратов, содержащих ультрадисперсные частицы железа, на продуктивность цыплят-бройлеров показывает, что ежедневные внутримышечные инъекции данных препаратов способствуют увеличению мышечной массы тела кур за счёт повышения синтеза белка в организме животных [74].

Однако наночастицы железа при их включении в качестве компонента питания лабораторных мышей могут оказывать специфическое действие на метаболизм животных, снижая устойчивость эритроцитов к разрушению с выделением гемоглобина в окружающую среду и стимулируя инфекционные заболевания печени [75-81]. Внутривентриальное введение нанопорошка железа оказывает влияние на некоторые биохимические показатели крови крыс. Это влияние проявляется в снижении концентрации ряда элементов плазмы крови [82].

К возможным экологическим рискам, связанным с нанотехнологиями, помимо загрязнения окружающей среды, можно причислить потенциальную угрозу расстройства здоровья живых организмов в виду токсичности наночастиц, чему свидетельствует значительное количество научных исследований в области токсикологии. Накопленные наукой данные констатируют, что действие техногенных наночастиц на среду обитания может быть непредсказуемым и опасным [83]. Например, может ускориться процесс старения и изменяться ход течения заболеваний, так как организм человека не инертен к наноразмерным формам микроэлементов, что было подтверждено эффективностью гомеопатических препаратов, в которых они присутствовали [84]. Комплексные исследования с использованием тест-объектов различных уровней организации при контакте с широким списком наименований наночастиц показывают выраженный нейротоксический эффект для живых организмов [83].

У лабораторных животных, находящихся под воздействием наночастиц, были выявлены злокачественные образования. Наночастицы никеля оказывают значительное влияние на белковый обмен.

Для печени крыс, которым однократно внутривентриально вводились наночастицы оксида цинка и меди, характерны значительные деструктивные изменения. Глубокие нарушения кровообращения и некробиотические процессы этого органа обнаруживаются в группе введения частиц оксида меди [85].

Также проводились эксперименты по созданию противоопухолевых средств. Например, с использованием крыс, у которых была привита лимфосаркома Плисса (ЛСП). При внутривентриальном введении наночастиц железа угнетается активность опухоли. Таким образом, наночастицы железа перспективны при разработке новых противоопухолевых препаратов.

Промышленное производство наноматериалов может способствовать появлению взвесей наночастиц в атмосферном воздухе, что, вероятно, повлечёт за собой формирование ряда соответствующих заболеваний [86]. Научными исследованиями по нанотоксикологии установлено, что попадающие в живой организм наночастицы повреждают биологические мембраны, влияют на функциональные характеристики биомолекул, в числе которых молекулы генетического аппарата клеток и органелл, что в конечном счёте выражается в нарушении регуляторных процессов и последующем отмирании клеток. Механизмы действия наночастиц на клетки организма связывают с образованием в их присутствии свободных радикалов и с возникновением комплекса с нуклеиновыми кислотами. Всё это приводит к развитию воспалительного процесса в органах и тканях и к снижению иммунитета. Токсичность наночастиц обуславливается их концентрацией, площадью поверхностей и средой, в которой они находятся [87-90].

Анализ действия наночастиц железа и никеля проводился в рамках исследования степени выживания водных организмов (*Lemna minor L.*, *Danio rerio*, *Limnea stagnalis*) при их введении в среду в лабораторных условиях. Было показано, что наноразмерные частицы железа оказывают максимально отрицательное влияние на живые организмы, нежели частицы никеля [91].

Оценка степени активности ферментов антиоксидантной системы калифорнийских червей под влиянием наночастиц оксида молибдена показывает ингибирование роста животных и повышение активности ферментов, что говорит о выраженном ответе организма *Eisenia Fetida* на окислительный стресс, вызванный накоплением молибдена в тканях [92].

В литературе неоднократно рассматриваются генотоксические свойства наночастиц, которые довольно сильно выражены у диоксида титана, оксида кремния, меди и у кобальтохромовых наночастиц [93]. Диоксид титана демонстрирует ДНК-повреждающее действие фибробластов. Наночастицы оксида титана способны индуцировать генные мутации в клетках крыс, но при этом данные частицы не проявляют мутагенных эффектов в клетках лимфомы. Хромосомные aberrации были индуцированы наноразмерными частицами цинка и титана в эпителиальных клетках печени сирийских хомячков.

В то же время исследования внутримышечного введения наночастиц меди белым крысам-самцам линии Vistar демонстрируют изменения показателя готовности клеток к апоптозу (запрограммированному повреждению ДНК в ядре). Установленное свойство может быть использовано в области химиотерапии раковых заболеваний, поскольку в злокачественных новообразованиях отмечается торможение апоптоза мутирующих клеток [94].

На данный момент проблема безопасности наночастиц является приоритетной задачей мирового сообщества, а также существует ряд методик по проведению оценки рисков [95].

Один из факторов экологического риска нанотехнологий заключается в том, что наночастицы могут приводить к изменению связей атомов на поверхности живых клеток, что в свою очередь сказывается на изменении их химического потенциала [96]. Доказано, что высокий уровень реакционных и каталитических способностей наноразмерных частиц металлов изменяется и может приводить к повышенной продукции свободных радикалов и активных форм кислорода с последующим повреждением биологических молекул [97]. Существует вероятность связывания наночастиц с ДНК и белками. В результате их функциональные характеристики могут не только значительно измениться, но и невосстановимо пострадать. На наночастицы могут адсорбироваться различные ксенобиотики, что облегчит их транспорт внутрь клеток, увеличивая свои токсические свойства в десятки и сотни раз [98]. Перенос наночастиц в окружающей природной среде по воздуху и воде, аккумуляция в почвенном покрове и донных отложениях, их передача по пищевой цепи – факторы значительного экологического риска. Кроме того, малый размер наночастиц может не быть распознанным защитными системами живых организмов, результатом чего явится их невыведение и существенное накопление в органах и тканях [99].

Выводы.

Уникальные свойства наноматериалов и их биологическая активность могут быть с успехом использованы в различных областях знаний, что демонстрирует огромный научный интерес и количество опубликованных работ по проблеме. В этой связи, столкнувшись с огромными объемами производства, мы должны изучить все риски и представлять себе последствия эры нанотехнологий.

Однако следует отметить, что на сегодняшний день в нанотоксикологии существует проблема безопасности применения наночастиц. Необходимо достижение баланса между безусловным обеспечением безопасности нанотехнологий для здоровья ныне живущего и будущих поколений, с одной стороны, и насущной необходимостью обеспечения прогресса в производстве и внедрении продукции nanoиндустрии, обладающей множеством полезных потребительских свойств, с другой.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0030)

Литература

1. Сизова Е.А. Биологические эффекты, сопряжённые с поступлением наночастиц металлов-микроэлементов в организм животных // Актуальные проблемы биохимии и бионанотехнологии: материалы IV Междунар. науч. интернет-конф.: в 2 т. Казань: Изд-во Индивидуальный предприниматель Синяев Дмитрий Николаевич, 2013. Т. 2. С. 105-106.

2. Мирошников С.А., Сизова Е.А. Наноматериалы в животноводстве (обзор) // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 7-22.
3. Муруев А.В., Жапов Ж.Н., Буянтуева Д.Т. Нанотехнологии в развитии животноводства // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2010. № 1. С. 7-16.
4. Влияние тяжёлых металлов на организм животных и окружающую среду обитания (обзор) / Г.К. Дускаев, С.А. Мирошников, Е.А. Сизова, С.В. Лебедев, С.В. Нотова // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3(86). С. 7-11.
5. Nanochemistry: Synthesis and Characterization of Multifunctional Nanoclinics for Biological Applications / Laurent Levy, Yudhisthira Sahoo, Kyoung-Soo Kim, Earl J. Bergey, Paras N. Prasad // Chemistry of Materials. 2002. № 14(9). P. 3715-3721.
6. Сизова Е.А. Сравнительная характеристика биологических эффектов разноразмерных наночастиц меди и железа // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 3. С. 13-17.
7. Морфофизиологические изменения у пшеницы (*Triticum Vulgare* L.) под влиянием наночастиц металлов (Fe, Cu, Ni) и их оксидов (Fe₃O₄, CuO, NiO) / А.М. Короткова, С.В. Лебедев, Ф.Г. Каюмов, Е.А. Сизова // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 1. С. 172-182.
8. Биологические эффекты наноразмерных частиц лития / Н.П. Богатова, О.П. Макарова, А.А. Пожидаева, Ю.И. Бородин, Л.Н. Рачковская, В.И. Коненков // Успехи наук о жизни. 2012. № 5. С. 29-46.
9. Влияние кобальта на обмен химических элементов в мышечной ткани / С.В. Лебедев, Е.А. Сизова, О.Ю. Сипайлова, Д.В. Нестеров // Вестник ветеринарии. 2013. № 2(65). С. 25-27.
10. Влияние наночастиц диоксида кремния на морфологию внутренних органов у крыс при пероральном введении / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин, А.А. Довбыш, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Анализ риска здоровью. 2016. № 4(16). С. 80-94.
11. Морфобиохимические параметры крыс при введении наночастиц диоксида титана / С.В. Нотова, Е.А. Сизова, Т.В. Казакова, О.В. Маршинская // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 8-14.
12. Oberdorster G., Oberdorster E., Oberdorster J. Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles // Environmental Health Perspectives. 2010. № 118(9). P. 2541-2550.
13. Исследование биологического действия наночастиц металлов / Е.В. Яушева, С.А. Мирошников, Е.А. Сизова, А.С. Васильченко // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. Т. 11. № 9. С. 054-059.
14. A zeta potential value determines the aggregate's size of penta-substituted [60] fullerene derivatives in aqueous suspension whereas positive charge is required for toxicity against bacterial cells / D.G. Deryabin, L.V. Efremova, A.S. Vasilchenko, E.A. Sizova, E.V. Saidakova, P.A. Troshin, A.V. Zhilenkov, E.E. Khakina // Journal of Nanobiotechnology. 2015. Т. 13. № 1. С. 50.
15. Сизова Е.А., Шейда Е.В. Изменение двигательной активности крыс при введении наночастиц железа // Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д: Изд-во Юж. федер. ун-та, 2015. С. 208-209.
16. Гепатотоксические, гематологические изменения и элементарный статус у беременных крыс линии wistar при действии наночастиц Zn и ZnO / Е.А. Русакова, Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, О.Ю. Сипайлова, Ш.А. Макаев // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 4. С. 524-532.
17. Атласкирова А.А., Бородулина Е.В., Бородулин Я.В. Изменение показателей сыворотки крови у мышей под влиянием наночастиц никеля // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2014. Т. 4. № 5. С. 596.
18. Исследование биологического действия наночастиц металлов / Е.В. Яушева, С.А. Мирошников, Е.А. Сизова, А.С. Васильченко // Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век. 2013. Т. 5. № 4. С. 044-050.

19. Сизова Е.А., Мирошников И.С. Особенности обмена химических элементов в организме животных при внутримышечном введении наночастиц элементарного железа // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3(86). С. 80-84.
20. Yausheva E., Sizova E., Miroshnikov S. Evaluation of biogenic characteristics of iron nanoparticles and its alloys in vitro // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 9. С. 65-71.
21. Impact of Zn nanoparticles on growth, survival and activity of antioxidant enzymes in *Eisenia Fetida* / S. Lebedev, E. Yausheva, L. Galaktionova, E. Sizova // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 9. С. 34-44.
22. Наночастицы меди – модуляторы апоптоза и структурных изменений в некоторых органах / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, В.С. Полякова, С.В. Лебедев, Н.Н. Глущенко // Морфология. 2013. Т. 144. № 4. С. 047-052.
23. Влияние сульфата и наночастиц железа на особенности обмена химических элементов в мышечной ткани / Е.А. Сизова, С.В. Лебедев, О.Ю. Сипайлова, Д.В. Нестеров // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. 2014. Т. 217. С. 251-255.
24. The toxic effect and mechanisms of nanoparticles on freshwater infusoria / D. Kosyan, E. Rusakova, S. Miroshnikov, E. Sizova // International Journal of GEOMATE. 2016. Т. 11. С. 2170.
25. Comparative evaluation of acute toxicity of nanoparticles of zinc, copper and their nanosystems using *Stylonychia Mytilus* / E. Rusakova, D. Kosyan, E. Sizova, S. Miroshnikov, O. Sipaylova // Oriental Journal of Chemistry. 2015. Т. 31. № S. С. 105-112.
26. Головин Ю.И. Нанобиотехнологии // Наноинженерия. 2014. № 12 (42). С. 32-43.
27. О перспективности нанопрепаратов на основе сплавов микроэлементов-антагонистов (на примере Fe и Co) / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, А.В. Кудашева, Н.И. Рябов // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 4. С. 553-562.
28. Яушева Е.В., Мирошников С.А., Кван О.В. Оценка влияния наночастиц металлов на морфологические показатели периферической крови животных // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 12(161). С. 203-207.
29. К разработке критериев безопасности наночастиц металлов при введении их в организм животных / Е.А. Сизова, Т.Н. Холодилина, С.А. Мирошников, В.С. Полякова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 1. С. 40-42.
30. К вопросу о влиянии наночастиц диоксида титана на внутренние органы при пероральном введении у экспериментальных животных / Е.Н. Петрицкая, Д.А. Рогаткин, Л.Ф. Абаева, А.А. Елисеев, А.И. Гаврилов // Нанотехника. 2012. № 2. С. 84-86.
31. Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В. Изменение гематологических параметров карпа под влиянием наночастиц металлов // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 55-57.
32. О влиянии наночастиц серебра на физиологию живых организмов / О.А. Зейналов, С.П. Комбарова, Д.В. Багров, М.А. Петросян, Г.Х. Толибова, А.В. Феофанов, К.В. Шайтан // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2016. Т. 14. № 4. С. 42-51.
33. Короткова А.М., Лебедев С.В., Сизова Е.А. Участие наночастиц никеля в регуляции образования фенольных соединений в клетках *Triticum Vulgare* // Инновационные разработки по импортозамещению в агропродовольственном секторе: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Всероссийского НИИ мясного скотоводства / под ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2015. С. 3-5.
34. Галченко Ю.П. Техногенные наночастицы как неперiodический фактор окружающей среды // Экологические системы и приборы. 2007. № 1. С. 18-22.
35. Ибрагимов И.М., Зотов П.С. Применение наноструктурных материалов для процессоов водоочистки // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 5. С. 21-24.
36. Изучение действия наночастиц металлов на аквабиоценозы / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, Е.А. Сизова, С.А. Мирошников // Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Ростов н/Д: Изд-во Юж. федер. ун-та, 2015. С. 208-209.

37. Comparative evaluation of acute toxicity of nanoparticles of zinc, copper and their nanosystems using *Stylonychia Mytilus* / E. Rusakova, D. Kosyan, E. Sizova, O. Sipaylova, S. Miroshnikov // *Oriental Journal of Chemistry*. 2015. Т. 31. № 4. С. 105-112.
38. Короткова А.М., Лебедев С.В., Сизова Е.А. Исследование механизмов развития прооксидантных эффектов наночастиц металлов переменной валентности в тесте *Triticum Vulgare* // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 8-3(39). С. 14-19.
39. Дерябина Т.Д., Сизова Е.А. Особенности роста и развития *Triticum Aestivum* при культивировании в среде, содержащей ионы, нано- и микрочастицы железа // *Перспективы науки*. 2014. № 11(62). С. 18-23.
40. Яушева Е.В. Использование наночастиц металлов-микроэлементов в животноводстве: перспективы и угрозы (обзор) // *Вестник мясного скотоводства*. 2013. № 3(81). С. 7-11.
41. Applications of magnetic nanoparticles in biomedicine / Q.A. Pankhurst, J. Connolly, S.K. Jones and J. Dobson // *Journal of Physics D: Applied Physics*. 2003. № 13. P. 87.
42. 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(108). С. 124-127.
43. Оценка влияния ультрадисперсных частиц железа и его оксидов с использованием одноклеточных тест-систем / Д.Б. Косян, Е.А. Русакова, О.Ю. Сипайлова, Е.А. Сизова // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 2(98). С. 9-16.
44. Акафьева Т.И., Звездин В.Н. Токсиколого-гигиеническая оценка потенциальной опасности для здоровья человека нанодисперсного раствора диоксида кремния // *Вестник Пермского университета. Серия: Биология*. 2012. № 2. С. 71-74.
45. Короткова А.М., Лебедев С.В. Фитотоксические эффекты наночастиц железа, меди и никеля в тесте *Triticum Vulgare* // *Перспективы науки – 2015: сб. докл. I Междунар. заоч. конкурса науч.-исслед. работ / науч. ред. А.В. Гумеров. Казань, 2015. Т. 3. С. 132-135.*
46. Павлов А.Н. Применение наночастиц в агропромышленном комплексе и пищевой промышленности // *Инновационная наука как основа развития современного государства: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2017. № 1. С. 254-257.*
47. Meyer M., Kuusi O. Nanotechnology: generalizations in an interdisciplinary field of science and technology // *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*. 2004. № 2. P. 153-168.
48. Деев С.М., Лебеденко Е.Н. Адресные бифункциональные белки и гибридные наноструктуры в диагностике и терапии рака // *Молекулярная биология*. 2017. № 6. С. 907-926.
49. Сизова Е.А., Романова А.П., Умрихина В.В. Использование флуктуирующей асимметрии *Alburnus Alburnus* и *Rana Ridibunda* для оценки качества водной среды // *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2017. № 8(208). С. 76-79.
50. Оценка физиолого-продуктивного потенциала цыплят-бройлеров при частичной замене зерновой части рациона и введении ферментных препаратов в комбикорм / А.Ю. Никитин, И.В. Маркова, С.В. Лебедев, Е.А. Сизова // *Вестник мясного скотоводства*. 2017. № 3(99). С. 171-177.
51. Сизова Е.А. Морфо-функциональные критерии оптимизации путей введения наноразмерных частиц меди в организм животных // *Научное обозрение*. 2012. № 1. С. 8-15.
52. Antagonist metal alloy nanoparticles of iron and cobalt: impact on trace element metabolism in carp and chicken / E. Miroshnikova, A. Arinzhanov, Y. Kilyakova, E. Sizova, S. Miroshnikov // *Human and Veterinary Medicine*. 2015. Т. 7. № 4. С. 253-259.
53. Латышевская Н.И., Стрекалова А.С. Экологические проблемы развития нанотехнологий // *Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология*. 2011. Т. 3. № 1. С. 224-230.

54. Взаимодействие наночастиц с биологическими объектами (обзор) / А.П. Сарапульцев, С.В. Ремпель, Ю.В. Кузнецова, Г.П. Сарапульцев // Вестник Уральской медицинской академической науки. 2016. № 3. С. 97-111.
55. Сизова Е.А. Влияние включения в рацион наночастиц меди на уровень кадмия в организме цыплят-бройлеров // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 13-20.
56. Морфо-биохимические показатели крови у бройлеров при коррекции рациона солями и наночастицами Cu/ Е.А. Сизова, В.Л. Королев, Ш.А. Макаев, Е.П. Мирошникова, В.А. Шахов // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 903-911.
57. 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. С. 2327-2336.
58. Сравнительная оценка влияния различных способов введения наночастиц меди на обмен токсичных элементов в мышечной ткани цыплят-бройлеров / Д.В. Нестеров, О.Ю. Сипайлова, Е.А. Сизова, Е.В. Шейда // Актуальные проблемы транспортной медицины. 2014. № 3(37). С. 146-150.
59. Оробченко А.Л., Романько М.Е., Куцан А.Т. Экспериментально-теоретическое обоснование применения нанокompозита металлов (Ag, Cu, Fe и двуокись Mn) для кур-несушек при условии хронического поступления с кормом (обобщение экспериментальных исследований) // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. 2014. № 12. С. 32-40.
60. Элементарный состав печени при многократном введении наночастиц меди / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Н.Н. Глущенко // Микроэлементы в медицине. 2011. Т. 12. № 3-4. С. 67-69.
61. Сизова Е.А. Минеральный состав и морфофункциональные аспекты реорганизации печени при энтеральном способе введения наночастиц меди типа Cu10x // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 6(112). С. 92-94.
62. Влияние многократного введения наночастиц меди на элементарный состав печени крыс / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Н.Н. Глущенко // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 6(142). С. 188-190.
63. Влияние парэнтерального введения наноразмерных частиц меди на элементарный статус тела крыс / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, А.В. Скальный, Н.Н. Глущенко // Микроэлементы в медицине. 2012. Т. 13. № 2. С. 50.
64. Влияние парэнтерального введения наноразмерных частиц меди на элементарный статус тканей крыс / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, А.В. Скальный, Н.Н. Глущенко // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012. Т. 10. № 6. С. 51-55.
65. Влияние парэнтерального введения наноразмерных частиц меди на элементарный статус тканей крыс / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, А.В. Скальный, Н.Н. Глущенко // Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век. 2012. Т. 4. № 4. С. 35-39.
66. 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.
67. Сизова Е.А., Полякова В.С., Глущенко Н.Н. Морфофункциональная характеристика селезёнки крыс при внутримышечном введении наночастиц меди // Морфология. 2010. Т. 137. № 4. С. 173.
68. Influence of Cu10x copper nanoparticles intramuscular injection on mineral composition of rat spleen / E. Sizova, S. Miroshnikov, A. Skalny, N. Glushchenko // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. Т. 25. № SUPPL. 1. С. S84-S89.
69. 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.

70. Морфофункциональная характеристика щитовидной железы при введении наночастиц меди / В.С. Полякова, Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Нотова, С.М. Завалеева // Морфология. 2015. Т. 148. № 6. С. 54-58.

71. Лебедев С.В., Гавриш И.А. Минеральный состав тканей *Eisenia Fetida* в присутствии в среде наночастиц оксида молибдена (VI) // Микроэлементы в медицине. 2017. Т. 18. № 1. С. 38-42.

72. Элементарный статус и биохимический состав крови лабораторных животных при внутримышечном введении аспаргината и наночастиц меди / С.В. Нотова, А.Б. Тимашева, С.В. Лебедев, Е.А. Сизова, С.В. Мирошников // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 12(161). С. 159-163.

73. Слободсков А.А. Влияние внутримышечного введения наноразмерных частиц меди на биохимические показатели крови самок крыс при гестации // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 328.

74. Growth enhancement by intramuscular injection of elemental iron nano- and microparticles / E. Sizova, E. Yausheva, D. Kosyan, S. Miroshnikov // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 9. С. 17-26.

75. Влияние наноразмерных частиц на морфологию внутренних органов мыши при внутривенном введении раствора нанопорошка Fe_3O_4 / И.В. Мильто, Г.А. Михайлов, А.В. Ратькин, А.А. Магаева // Бюллетень сибирской медицины. 2008. Т. 7. № 1. С. 32-36.

76. Сипайлова О.Ю., Лебедев С.В., Сизова Е.А. Влияние высокодисперсного порошка железа на морфофункциональное состояние селезёнки (экспериментальное исследование) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2011. Т. 9. № 8. С. 43-46.

77. Element status in rats at intramuscular injection of iron nanoparticles / E.A. Sizova, E.V. Yausheva, S.A. Miroshnikov, S.V. Lebedev, G.K. Duskaev // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Т. 12. С. 119-127.

78. Assessment of morphological and functional changes in organs of rats after intramuscular introduction of iron nanoparticles and their agglomerates / E. Sizova, S. Miroshnikov, E. Yausheva, V. Polyakova // BioMed Research International. 2015. Volume. 2015. 7 pages. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/243173>

79. Морфофункциональная характеристика печени крыс при интраперитонеальном введении наночастиц железа / О.Ю. Сипайлова, С.В. Лебедев, Г.И. Корнеев, Е.А. Сизова // Современные фундаментальные и прикладные исследования. 2012. № 2-5. С. 17-21.

80. Наночастицы Fe в сочетании с аминокислотами изменяют продуктивные и иммунологические показатели у цыплят-бройлеров / Е.В. Яушева, С.А. Мирошников, Д.Б. Косян, Е.А. Сизова // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 912-920.

81. Comparative evaluation of the toxicity of iron and its oxides nanoparticles using *stylonchia mytilus* / D.B. Kosyan, S.A. Miroshnikov, E.A. Sizova, E.V. Yausheva, E.A. Rusakova, S.V. Notova, A.M. Korotkova // AACL Bioflux. 2015. Т. 8. № 3. С. 453-460.

82. Влияние наноразмерных частиц железа при интраперитонеальном введении на некоторые биохимические показатели крови животных / Е.А. Русакова, С.В. Лебедев, О.В. Кван, Ш.Г. Рахматуллин, Е.А. Сизова, Д.В. Улиткина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 33. № 1-1. С. 105-106.

83. Сизова Е.А., Мирошников С.А. Биоэкологическая оценка различных тест-объектов при контакте с металлами в наноформе // Актуальная биотехнология. 2016. № 3(18). С. 106-108.

84. Великородная Ю.И., Почепцов А.Я. Наночастицы как потенциальный источник неблагоприятного воздействия на окружающую среду // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. № 3(53). С. 73-77.

85. Гепатотоксический эффект наночастиц оксидов металлов (ZnO и CuO) / О.Ю. Сипайлова, Г.И. Корнеев, С.А. Мирошников, Е.А. Сизова, Е.А. Русакова // Морфология. 2017. Т. 151. № 1. С. 44-48.

86. Дыганова Н.К. Экологические аспекты применения нанотехнологий // Наноматериалы и нанотехнологии в энергетике: монография: в 2 т. / под ред. Э.В. Шамсутдинова и О.С. Зуевой. Казань, 2014. Т. II. С. 362-371.

87. Сизова Е.А., Короткова А.М. Экспериментальное моделирование влияния кадмия на элементарный статус организма // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 4(82). С. 85-88.

88. Influence of zinc nanoparticles on survival of worms *Eisenia Fetida* and taxonomic diversity of the gut microflora / E. Sizova, S. Lebedev, A.V. Skalny, E. Yausheva, S. Miroshnikov, A. Plotnikov, Y. Khlopko, S. Cherkasov, N. Gogoleva // Environmental Science and Pollution Research. 2016. Т. 23. № 13. С. 13245-13254.

89. Сизова Е.А., Мирошников С.А., Калашников В.В. Цитоморфологические и биохимические показатели у крыс линии wistar под влиянием молибденсодержащих наночастиц // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 929-936.

90. О токсичности и проокислительном эффекте наночастиц CeO₂ и SiO₂ (на модели *Danio Rerio*) / Е.П. Мирошникова, Д.Б. Косян, А.Е. Аринжанов, Е.А. Сизова, В.В. Калашников // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 6. С. 921-928.

91. Действие наночастиц Al₂O₃ на почвенный микробиоценоз, состояние антиоксидантной системы и микрофлору кишечника красного калифорнийского червя (*Eisenia Foetida*) / Е.В. Яушева, Е.А. Сизова, И.А. Гавриш, С.В. Лебедев, Ф.Г. Каюмов // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 1. С. 191-199.

92. Impact of molybdenum nanoparticles on survival, activity of enzymes, and chemical elements in *Eisenia Fetida* using test on artificial substrata / S. Lebedev, E. Yausheva, E. Sizova, L. Galaktionova // Environmental Science and Pollution Research. 2016. Т. 23. № 18. С. 18099-18110.

93. Экспрессия гена Scg в трансформирующихся тканях плаценты при влиянии наночастиц меди / С.В. Нотова, А.А. Слободсков, Д.А. Боков, Е.А. Сизова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 12 (200). С. 66-74.

94. Сизова Е.А., Танцикужина А.А., Полякова В.С. Экспрессия маркера апоптоза в клетках печени при различных способах введения наночастиц меди // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 12(131). С. 436-438.

95. Макаров Д.В. Экологическая безопасность нанопорошков // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2013. Т. 6. № 1. С. 73-79.

96. The study of mechanisms of biological activity of copper oxide nanoparticle CuO in the test for seedling roots of *Triticum Vulgare* / A.M. Korotkova, S.V. Lebedev, I.A. Gavrish // Environmental Science and Pollution Research. 2017. Т. 24. № 11. С. 10220-10233.

97. Лебедев С.В., Сизова Е.А., Гавриш И.А. Трофометаболический потенциал *Eisenia Fetida* Savigny, 1826 (Oligochata, Lumbricidae), обусловленный присутствием в почве наночастиц меди и её оксида // Поволжский экологический журнал. 2017. № 2. С. 147-156.

98. Мирошникова Е.П., Сизова Е.А., Мирошников И.С. Проокислительные эффекты наночастиц оксидов металлов переменной валентности в отношении пресноводных гидробионтов // Актуальная биотехнология. 2016. № 3(18). С. 95.

99. Трифонова Т.А., Ширкин Л.А. Экологическая безопасность наночастиц, наноматериалов и нанотехнологий: учеб. пособие. Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2009. 64 с.

Романова Анастасия Павловна, студент кафедры биологии и почвоведения химико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», адрес 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. 8905-883-83-05, e-mail: rnmv_nastya@mail.ru

Титова Виктория Викторовна, студент кафедры биологии и почвоведения химико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», адрес 460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел. 8932-547-45-57, e-mail: viktoriyau279@yandex.ru

Макаева Айна Маратовна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Поступила в редакцию 21 мая 2018 года

UDC 577.17:631

Romanova Anastasia Pavlovna¹, Titova Victoria Viktorovna¹, Makaeva Aina Maratovna²

¹ FSBEI HE «Orenburg State University», e-mail: rmnv_nastya@mail.ru

² FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Peculiarities of application of nanoscale forms of trace elements in agriculture (review)

Summary. The most essential factor for the normal development and functioning of any biological systems can be called their availability of minerals, primarily macro- and microelements. Mineral substances can be an integral part of organic macromolecules, presented in the form of mineral salts or chelate compounds. Among other things, minerals are present in biological systems and in the nanoscale form of individual chemical elements.

Microelements, as catalysts of various metabolic processes, play a fundamental role in the implementation of these processes. Therefore, today a huge scientific interest is behind the study of the unique properties of metal nanoparticles-microelements (thermal, magnetic, optical, structural), their biological effects and, importantly, toxicological properties.

At present, the perspective direction of research for ecology, biology, agriculture and medicine is the development in the field of nanotechnology, mainly related to the production and use of ultrafine metal particles. Particular scientific importance is given to the research of nanoparticles from the number of physiologically important metals: copper, iron, zinc, chromium, cobalt, selenium, molybdenum and manganese. Their resistance, accumulation, solubility and General chemical activity differ significantly from similar parameters for larger particles.

One of the main areas of application of nanoscale forms of trace elements is agriculture, namely their introduction into the sector of production of feed and food additives for farm animals, fertilizers and crop protection products. There are broad prospects for the use of nanoproducts in medicine and the pharmaceutical industry and in the field of environmental protection.

However, possible biological risks associated with the use of nanotechnology, which are responsive to research in the field of nanotoxicology should be registered.

Key words: agriculture, nanoparticles, microelements, biological role, ecological risks

Лаборатория иммуногенетики



В.С. Яковлев

Лаборатория иммуногенетики образована в институте в 1980 г. (Приказ МСХ СССР № 211 от 11.07.1979 г.). С момента создания и по 1992 год ею руководил кандидат биологических наук В.С. Яковлев.

С марта 1992 по февраль 1996 года заведующей лабораторией была Г.И. Кульчумова.

Благодаря их усилиям по организации работы лаборатории, а также сотрудникам отдела за период с 1979 по 1996 год было протестировано около 10000 голов крупного рогатого скота по группам крови и белковым полиморфным системам.

С 1997 года по 2013 год в результате реорганизации лаборатория иммуногенетики входила в состав Комплексной аналитической лаборатории ГНУ ВНИИМС.

С 2010 года руководителем группы генетической экспертизы и книг племенных животных стала кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Л.Г. Сурундаева. Деятельность лаборатории иммуногенетической экспертизы осуществляется с октября 2009 г. на основании Федерального закона «О племенном животноводстве» (от 3 августа 1995 г. N 123-ФЗ) и приказа Минсельхоза Российской Федерации № 482. За это время лаборатория дважды прошла лицензирование (свидетельство о регистрации в государственном племенном регистре ПЖ 77 № 008068 от 19 марта 2015 г.) и работает в соответствии с «Правилами генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота» (одобрены научно-техническим советом МСХ России, протокол № 27 от 29.10.2002 г.).



Г.И. Кульчумова

Генотипирование племенного скота проводится по 30 антигенам в 7 системах групп крови. Тестовые сыворотки приобретаются в ОАО «Московское» по племенной работе (Госплемрегистр ПЖ 77 № 006485, приказ МСХ РФ № 270 от 26.06.2015 г.) и ОАО «Самарское» по племенной работе (Госплемрегистр ПЖ 77 № 004510, приказ МСХ РФ № 75 от 13.03.2014 г.) в соответствии со спецификацией.

Лаборатория иммуногенетической экспертизы осуществляет мониторинг племенных животных на основании определения групп крови и семейно-генетического анализа в ведущих племрепродукторах по разведению крупного рогатого скота основных молочных пород – симментальской, чёрно-пёстрой и красной степной, а также мясных пород – калмыцкой, казахской белоголовой, герефордской, абердин-ангусской и типов – мясной симментал и каргалинский мясной с целью определения устойчивого влияния отбора по продуктивным признакам на степень распространения альтернативных аллелей в генофонде популяций.



Л.Г. Сурундаева

За последние годы проведено тестирование более 6000 голов крупного рогатого скота Оренбургской, Челябинской, Курганской, Тверской областей РФ и в Республике Казахстан.

Всего обследовано более 70 стад племенных животных, в том числе 5 племзаводов по разведению крупного рогатого скота молочных и мясных пород.

Протестированное поголовье по частоте встречаемости основных аллелей соответствует породам, по которым ведётся селекционно-племенная работа в хозяйствах. Достоверность происхождения данного поголовья в среднем 96,2 %.

Лаборатория участвовала в проведении исследований по использованию молекулярно-генетических маркеров в селекции крупного рогатого скота мясных пород «Использование молекулярно-генетического маркирования признаков при разработке биотехнологии воспроизводства мясного скота» (в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2012-2013 гг.). Соглашение от 4 октября 2012 г. № 8803).

Совместно с племенными хозяйствами, при участии научных сотрудников института изданы: I (2010 г.) и II (2017 г.) тома «Книги племенных животных герефордской породы», в которых содержатся сведения о 743 гол., I (2012 г.) и II (2017 г.) тома «Книги племенных животных калмыцкой породы» – 1074 гол.; «Книга племенных животных казахской белоголовой породы» – 670 гол. (2011 г.); научное издание «Экспортный потенциал и племенные ресурсы Оренбургской области» (2011 г.), в которое вошли сведения о 547 высокоценных племенных животных нашего региона.

Лаборатория укомплектована высококвалифицированными кадрами. Сотрудники проходят регулярную переподготовку в лабораториях иммуногенетической экспертизы – ОАО «Московское» по племенной работе, и молекулярно-генетической экспертизы – ФБГНУ «Всероссийский НИИ племенного дела МСХ РФ».

Наличие оборудования лаборатории соответствует «Правилам генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота» (МСХ России, 2002 г.).

Работа лаборатории ведётся в соответствии с Федеральным Законом «О племенном животноводстве» и положениями о Племенных книгах животных.

Результаты исследований предоставляются владельцам животных в соответствующие сроки и вносятся в базу данных. Соблюдается установленный порядок хранения, использования и утилизации биообразцов, используемых при исследованиях.

Л.Г. Сурундаева
ФБГНУ ФНЦ БСТ РАН

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://fncbst.ru/?page_id=607 и РУНЭБ <http://www.elibrary.ru>.

При подготовке статей в журнал рекомендуется 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 печатана 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 «За текстовая библиографическая ссылка»). Литература приводится в порядке очередности 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
бретинского 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 высылать 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://fncbst.ru/?page_id=607