ISSN 2658-3135

Животноводство и кормопроизводство

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

Теоретический и научно-практический ЖУРНАЛ

Том 101 № 4 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 2658-3135

Том 101 № 4 2018

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

Теоретический и научно-практический журнал

Основан в 1931 году

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

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

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

Цена свободная

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

ANIMAL HUSBANDRY AND FODDER PRODUCTION
Theoretical and scientific-practical journal

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

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

ISSN 2658-3135

Том 101 № 4 2018

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

Теоретический и научно-практический журнал
Выходит четыре раза в год

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

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

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

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

Animal Husbandry and Fodder Production

Theoretical and scientific-practical journal
Issued 4 times per year

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

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

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

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

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

Компьютерный набор осуществлён с помощью текстового процессора Microsoft Word 2013 for Windows.
Формат бумаги 60x84/8. Бумага типографская. Печать офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Подписано в печать 17.12.2018 г. Дата выхода в свет 28.12.2018 г. Усл. печ. л. 30,23. Тираж 500 экз.

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

© ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, 2018

16+

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУКИ

Косян Д.Б., Макаева А.М. **Перспектива использования наночастиц диоксида кремния для повышения переваримости кормового субстрата** 8

Сизова Е.А., Яушева Е.В., Холодилина Т.Н. **Биологическая аттестация наночастиц системы CuO на бактериальных моделях** 15

Кизаев М.А., Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Мыльникова Т.А. **Влияние наночастиц хрома на качественные показатели мяса бычков при воздействии стресс-факторов** 21

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

Каюмов Ф.Г., Дунин И.М., Селионова М.И., Герасимов Н.П., Баринов В.Э., Третьякова Р.Ф. **Анализ полиморфизма генов CAPN1, GH и TG5 у помесного молодняка при скрещивании калмыцкого скота и красных ангусов** 28

Русакова Е.А., Косян Д.Б., Мирошников С.А. **SIRT3, SIRT1 как потенциальные гены-кандидаты регуляции липидного обмена у крупного рогатого скота (обзор)** 35

Габидулин В.М., Алимова С.А., Салихов А.А., Борисова В.В., Климова Т.А. **Элементный состав шерсти коров в зависимости от полиморфиза гена TG5** 43

Гостева Е.Р., Улимбашев М.Б. **Воспроизводительные особенности симменталов Поволжья как маркеры их адаптации к факторам среды** 50

Филиппова Н.П., Павлова Н.И., Корякина Л.П., Степанов Н.П., Мордовской Н.Н., Григорьева Н.Н. **Микросателлитный анализ якутского скота** 58

Насамбаев Е.Г., Бозымов К.К., Ахметалиева А.Б., Нугманова А.Е., Жумаева А.К., Дуимбаев Д.А. **Клинико-физиологические и воспроизводительные особенности скота герефордской, абердин-ангусской пород зарубежной селекции и отечественной казахской белоголовой породы** 64

Шевелёва О.М., Часовщикова М.А. **Характеристика генетической структуры стада герефордской породы по STR-локусам** 71

Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Бактыгалиева А.Т., Айтжанова И.Н. **Формирование весового роста у тёлок казахской белоголовой породы и кросса с внутрипородным типом уральский герефорд в условиях сухостепной зоны Западного Казахстана** 79

Мансурова М.С. **Показатели роста, развития и воспроизводительной способности коров герефордской породы австралийской селекции в условиях Амурской области** 87

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ЭКОНОМИКА В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я., Калашников В.В., Зайцев А.М., Атрощенко М.М., Сиразетдинов Ф.Х. **Разработка способа отбора проб волос лошадей для исследования на элементный состав** 95

Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В., Леонтьева Л.П., Курилкина М.Я. **Влияние внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов, на качественные показатели молока мясных коров** 102

Мирошников С.А., Морган Г.А., Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А., Атландерова К.Н. **Воспроизводительные качества коров герефордской породы канадской селекции в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции** 109

Тюлебаев С.Д., Польских С.С., Кадышева М.Д., Амиршоев Ф.С., Соколай С.Л. **Особенности морфологического состава туш и анатомических частей симментальских бычков различной генетической принадлежности** 117

Бельков Г.И. **Мясная продуктивность бычков-кастратов казахской белоголовой породы и эффективность производства говядины при различных системах нагула и откорма** 123

Канатпаев С.М., Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д., Литовченко В.Г., Косилов В.И., Корнейченко В.И. **Качественные показатели мясной продуктивности бычков разных генотипов в 15-месячном возрасте** 129

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

Лебедев С.В., Кван О.В., Губайдуллина И.З., Гавриш И.А., Гречкина В.В., Момчилович Б., Рябов Н.И. **Влияние наночастиц хрома на активность пищеварительных ферментов и морфологические и биохимические параметры крови телёнка** 136

Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Картекенов К.Ш., Мирошников И.С., Рахимжанова И.А., Байков А.С., Дусаева Х.Б. **Гематологические показатели бычков, выращиваемых на мясо, при использовании в рационах кавитированных концентратов** 143

Тагиров Х.Х., Зубаирова Л.А., Фисенко Н.В. **Влияние биологических консервантов в составе сенажированных кормов на физико-химические свойства мяса и внутреннего жира-сырца** 151

Лебедев С.В., Кван О.В., Шейда Е.В., Маркова И.В., Губайдуллина И.З., Гречкина В.В., Королёв В.Л. **Переваривание питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта в зависимости от качества протеина в рационе у телят** 158

Маслюк А.Н., Токарева М.А. **Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров** 164

Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Юртаева К.Е. **Выращивание цыплят-бройлеров на новых сортах ярового рапса** 172

КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМА

Мушинский А.А., Аминова Е.В., Часовских Е.В., Дергилёва Т.Т. **Новый перспективный сорт картофеля для степной зоны Оренбургского Предуралья** 179

Неверов А.А. **Подготовка предикторов для моделей долгосрочного прогнозирования урожайности полевых культур** 185

Болодурина И.П., Парфёнов Д.И., Пивоварова К.В. **Особенности влияния изменения климатических условий на урожайность зерновых культур в сухостепной зоне России** 193

Пашинина Т.А., Мушинский А.А., Аминова Е.В., Муслюмова Д.М., Богадица Т.П. **Биометрические изменения картофеля (*SOLANUM TUBEROSUM*) под влиянием наночастицы SiO_2** 210

Жижин В.Н., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В. **Влияние погодных факторов на урожайность проса при возделывании в севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургской области** 217

Елисеев В.И. **Влияние различных доз минеральных удобрений на показатели структурного анализа и урожайность яровой мягкой пшеницы** 226

ИНФОРМАЦИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лебедько Е.Я., Самбуров Н.В. **Факториальная обусловленность и зависимость длительного продуктивного использования молочных коров** 233

Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Руководство научно-исследовательского института мясного скотоводства 238

Юбилейные даты 247

Список статей, опубликованных в 2018 году 249

CONTENTS

INNOVATIVE TREND IN SCIENCE

Kosyan D.B., Makaeva A.M. **The prospect of using silicon dioxide nanoparticles to increase digestibility of the feed substrate** 8

Sizova E.A., Yausheva E.V., Kholodilina T.N. **Biological certification of CuO nanoparticles on bacterial models** 15

Kizaev M.A., Azhmuldinov E.A., Titov M.G., Mylnikova T.A. **The influence of chromium nanoparticles on quality indicators of beef under the influence of stress factors** 21

BREEDING, SELECTION, GENETICS

Kayumov F.G., Dunin I.M., Selionova M.I., Gerasimov N.P., Tretyakova R.F., Barinov V.E. **Analysis of CAPN1, GH and TG5 polymorphism in young stock when crossing Kalmyk and Red Angus breed** 28

Rusakova E.A., Kosyan D.B., Miroshnikov S.A. **SIRT3, SIRT1 as potential regulation candidate genes of lipid metabolism in cattle (review)** 35

Gabidulin V.M., Alimova S.A., Salikhov A.A., Borisova V.V., Klimova T.A. **Hair elemental composition of cows depending on TG5 polymorphism** 43

Gosteva E.R., Ulimbashev M.B. **Reproductive features of the Volga Simmentals as markers of their adaptation to environmental factors** 50

Filippova N.P., Pavlova N.I., Koryakina L.P., Stepanov N.P., Mordovsky N.N., Grigorieva N.N. **Microsatellite analysis of Yakut cattle** 58

Nasambaev E.G., Bozymov K.K., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.Ye., Zhumaeva A.K., Duimbaev D.A. **Clinical, physiological and reproductive peculiarities of Hereford and Angus cattle of foreign selection and Kazakh white-headed breed of Russian selection** 64

Shevelyova O.M., Chasovshchikova M.A. **Characteristics of the genetic structure of the Herford herd according to STR loci** 71

Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Baktygalieva A.T., Aitzhanova I.N.
Formation of weight growth in heifers of the Kazakh white-headed breed and their crosses with intra-breed type Ural Hereford in the conditions of dry-steppe zone of Western Kazakhstan 79

Mansurova M.S. **Indicators of growth, development and reproductive ability of the Hereford cows of Australian breeding in the Amur region** 87

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN BEEF CATTLE BREEDING

Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kurilkina M.Ya., Kalashnikov V.V., Zaytsev A.M., Atroshchenko M.M., Sirazetdinov F.Kh. **Development of a method for horsehair sampling for research of elemental composition** 95

Frolov A.N., Zavyalov O.A., Kharlamov A.V., Leontieva L.P., Kurilkina M.Ya.
Effect of intramuscular administration of preparation containing essential microelements complex on quality indicators of milk from beef cows 102

Miroshnikov S.A., Morgan G.A., Kharlamov A.V., Frolov A.N., Zavyalov O.A., Atlanderova K.N. **Reproductive qualities of Hereford cows of Canadian breeding under conditions of South Ural biogeochemical province** 109

Tyulebaev S.Zh., Polskikh S.S., Kadysheva M.D., Amirshoev F.S., Sokolay S.L.
Features of carcasses morphological composition and anatomical parts of the Simmental bulls of various genotypes 117

Belkov G.I. **Beef productivity of Kazakh White-Headed steers and efficiency of beef production with various feeding and range fattening systems** 123

Kanatpaev S.M., Tyulebaev S.Zh., Kadysheva M.D., Litovchenko V.G., Kosilov V.I., Korneichenko V.I. **Qualitative indicators of meat productivity of bulls of different genotypes at 15-month age** 129

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

Lebedev S.V., Kvan O.V., Gubaidullina I.Z., Gavrish I.A., Grechkina V.V., Momčilović B., Ryabov N.I. **Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood** 136

Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Kartekenov K.Sh., Miroshnikov I.S., Rakhimzanova I.A., Baykov A.S., Dusaeva Kh.B. **Hematological indicators of calves grown for beef, after use of diets with cavitated concentrates** 143

Tagirov Kh.Kh., Zubairova L.A., Fisenko N.V. **Effect of biological conservants included in the haylage on physico-chemical properties of meat and internal raw fat** 151

Lebedev S.V., Kvan O.V., Sheyda E.V., Markova I.V., Gubaidullina I.Z., Grechkina V.V., Korolyov V.L. **Digestion of nutrients in different sections of the gastrointestinal tract depending on protein quality in the calves diet** 158

Maslyuk A.N., Tokareva M.A. **Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows** 164

Gaganov A.P., Zverkova Z.N., Yurtaeva K.E. **Growing broiler chickens on new spring rape varieties** 172

FODDER PRODUCTION AND FODDERS

Mushinsky A.A., Aminova E.V., Chasovskikh E.V., Dergileva T.T. **A new perspective potato variety for the steppe zone of Orenburg Cis-Urals** 179

Neverov A.A. **Preparation of predictors for models of long-term prediction of crop yields** 185

Bolodurina I.P., Parfenov D.I., Pivovarova K.V. **Peculiarities of influence of changing climatic conditions on grain crop yield in the dry-steppe zone of Russia** 193

Pashinina T.A., *Mushinsky A.A., Aminova E.V., Muslyumova D.M., Bogaditsa T.P.* **Biometric changes of potatoes (*SOLANUM TUBEROSUM*) under SiO_2 nanoparticles influence** 210

Zhizhin V.N., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V. **Influence of weather factors on millet yield during cultivation in crop rotations and permanent sowing on chernozems of the southern Orenburg region** 217

Eliseev V.I. **The effect of various doses of mineral fertilizers on indicators of structural analysis and yield of spring soft wheat** 226

INFORMATION AND RECOMMENDATIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Lebedko E.Ya., Samburov N.V. **Factorial dependence and correlation of long-term productive use of dairy cows** 233

All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Administration of Research Institute of Beef Cattle Breeding 238

Anniversaries 247

List of articles published in the Journal in 2018 249

УДК 636.085:577

Перспектива использования наночастиц диоксида кремния для повышения переваримости кормового субстрата

Д.Б. Косян, А.М. Макаева

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

Аннотация. Улучшение технологии кормления и актуализация нормативов потребности сельскохозяйственных животных в необходимых веществах остаётся важной составляющей развития животноводческой отрасли. В следствие чего активно развивается направление применения новых форм биологически активных веществ, которые требуются организму животного для нормального функционирования, роста продуктивности и жизнедеятельности. Таковыми являются биологически активные добавки в виде порошков металлов, в частности, следует отметить важность такого элемента, как кремний. Множественными исследованиями показано, что Si входит в состав всех тканей и органов, участвует в обмене веществ и росте мышц и костей. В качестве исследуемого вещества использовали наночастицы (НЧ) диоксида кремния (НЧ SiO_2). Для определения переваримости корма с добавлением НЧ in vitro использовали «искусственный рубец». В качестве кормового субстрата использовали смесь овса, свежеотобранного профильтрованного рубцового содержимого крупного рогатого скота вкупе с приготовленным по расчётам буферным раствором и взвеси НЧ SiO_2 с концентрацией 0,25; 0,1; 2,0 и 2,5 мг/кг. При увеличении концентрации исследуемого вещества до 2,5 мг/кг наблюдается повышение показателя переваримости до 9 %. При уменьшении концентрации НЧ SiO_2 до 0,25 мг/кг и 0,1 мг/кг отмечаются наиболее высокие результаты с разницей на 12,1 % и 14,2 % соответственно. Однако следует отметить обратно пропорциональную зависимость между концентрацией НЧ и итоговым процентом переваренного корма: чем выше концентрация НЧ, тем переваримость ниже, и наоборот – по мере уменьшения концентрации возрастает средний процент переваренного кормового вещества. Таким образом, можно сделать вывод, что внесение НЧ SiO_2 даёт результат в увеличении общего процента переваримости кормового субстрата в условиях искусственного рубца крупного рогатого скота.

Ключевые слова: сельскохозяйственные животные, бычки, кормление, переваримость, токсичность, нанотехнологии, диоксид кремния (НЧ SiO_2).

Введение.

Улучшение технологии кормления и актуализация нормативов потребности сельскохозяйственных животных в необходимых веществах остаётся важной составляющей развития животноводческой отрасли [1]. Обеспечение животных необходимым количеством полноценных питательных веществ зависит от развития производства полнорационных комбикормов, содержащих в своём составе вещества, обеспечивающие высокое усвоение питательных компонентов рационов [2]. В следствие чего активно развивается направление применения новых форм биологически активных веществ, которые требуются организму животного для нормального функционирования, роста продуктивности и жизнедеятельности. Таковыми являются биологически активные добавки в виде нанопорошков металлов [3, 4], в частности, следует отметить важность такого элемента, как кремний [5, 6].

Множественными исследованиями показано, что Si входит в состав всех тканей и органов, участвует в обмене веществ и росте мышц и костей. Также этот элемент обеспечивает обогащение кальцием костей и необходим для нормального формирования и работы соединительной ткани и эпителия в организме, придаёт им прочность и упругость [7-10]. Исходя из вышесказанного, использование кремния в кормлении животных открывает ряд перспектив. Особенно это стало возможным с развитием нанотехнологий. Вещества в наноформе благодаря своим свойствам отличаются высоким биологическим действием, а относительно НЧ кремния можно отметить не только их высокую активность, но и достаточно низкую токсичность в отношении клетки [11, 12].

Таким образом, актуальными представляются исследования эффективности использования НЧ кремния в кормлении сельскохозяйственных животных и оценка их действия на переваримость компонентов корма.

Цель исследования.

Оценка влияния НЧ SiO_2 на переваримость питательных веществ корма.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки красной степной породы; рубцовая жидкость (РЖ).

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. Физиологические исследования выполнялись в условиях Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области. Отбор рубцовой жидкости проводился у бычков через хроническую фистулу рубца. Исследования проводили методом нейлоновых мешочков: *in vitro* – с использованием «искусственного рубца KPL 01», 48-часовая экспозиция.

Исследовательская работа проводилась на базе центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

В качестве исследуемого вещества использовали НЧ диоксида кремния (НЧ SiO_2) («Передовые порошковые технологии», г. Томск).

Параметры НЧ SiO_2, заявленные производителем, представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Основные характеристики НЧ SiO_2**

№	НЧ	Размер, нм	Состав (химический и фазовый)	Способ получения	Удельная поверхность ($S_{уд}$, $м^2/г$)
1	SiO_2	40,9	SiO_2: 99,8 %; Cl_2: <0,2%	Газофазный	55,4

Подготовку препарата НЧ проводили в дистиллированной воде на ультразвуковом диспергаторе (f – 35 кГц, N – 300 Вт, A – 10 мкА), путём диспергирования в течение 30 минут. Размер НЧ определяли с использованием электронного микроскопа JSM-740 IF.

Для дальнейших исследований были приготовлены серии последовательных разведений от 1 М до $0{,}1\times10^{-9}$ М.

Для определения переваримости корма с добавлением НЧ in vitro использовали «искусственный рубец», состоящий из баночек, стойки с вращающимся валиком, привода и покрышки с приводным двигателем.

Также использовались пронумерованные мешочки из полиамидной ткани в количестве 15 штук, которые далее с содержимым подворачивались и закреплялись прищепами на валике. По 3 мешочка помещали в одну банку по порядку нумерации.

В качестве наполнителя использовали дроблёное зерно овса, свежеотобранное профильтрованное рубцовое содержимое крупного рогатого скота вкупе с приготовленным по расчётам буферным раствором и взвеси НЧ SiO_2 с концентрацией 0,25; 0,1; 2,0 и 2,5 мг/кг корма. Содержимое рубца у жвачных животных берём при помощи желудочного зонда длиной 120-150 см, наружным диаметром около 15 мм.

Контролем служило желудочное содержимое на буферном растворе с овсом.

После небольшой выдержке заготовленных смесей стеллаж с закреплёнными мешочками опускается в ёмкость, плотно закрывается крышка для создания анаэробных условий и подключённый к сети прибор помещается в термостат на 48 часов при температуре +39 °С. Валики с мешочками равномерно покачиваются, опуская все мешочки в смесь сока рубца и буферного раствора и одновременно приподнимая их. Таким путём частицы корма подвергают непрерывному воздействию смеси буферного раствора сока рубца, что схоже с перистальтикой рубца жвачных животных.

По истечении 48 часов «искусственный рубец» вынимается из термостата, баночки с мешочками переносятся в ванну с водопроводной водой для споласкивания. Затем в баночки добавляем разведённый пепсин, который свободно доступен в продаже. Прибор снова помещают в термостат на 24 часа для вторичного переваривания.

По окончании переваривания с пепсином пробы вынимаются из ванны «рубца», тщательно промываются водопроводной водой и обтекают в течение 24-28 часов. Завершающим этапом служит сушка проб в сушильном шкафу при температуре +60 °С до константного веса и вычисление степени переваримости корма.

Вес мешочков из полиамидной ткани не меняется на протяжении всего опыта, поэтому учитывается их первоначальный вес нетто. На основании разницы в первоначальном и конечном брутто весах можно вычислить переваримость сухой массы.

$$\text{Переваримость, \%} = (M_{\text{первонач.}} - M_{\text{конечн.}}) \times 100/500,$$

где $M_{\text{первонач.}}$ = масса мешочка мг+500 мг сухой массы корма

$M_{\text{конечн.}}$ – вес брутто по итогам взвешивания проб после сушения.

500 – вес сухой массы корма.

Все эксперименты были выполнены в трёх повторностях.

Оборудование и технические средства. Исследования были выполнены в условиях центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». «Искусственный рубец» KPL 01; термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ (ОАО «Смоленское СКТБ СПУ», Россия); весы лабораторные электронные МВ 210-А (ЗАО «Сартогосм», Россия); желудочный зонд (Россия).

Статистическая обработка. Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики с использованием офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Выводы об уровне значимости различий делали исходя из полученной величины коэффициента Стьюдента (t-критерий) и количества наблюдений в анализируемых выборках. Достоверными считали различия при вероятности ошибки $P \leq 0,05$, высокозначимыми считали различия при $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$.

Результаты исследований.

Результаты по оценке действия НЧ SiO_2 на переваримость представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Переваримость кормового субстрата (КС) при внесении НЧ SiO_2 различной концентрации**

№	Название группы	Концентрация НЧ SiO_2, мг/кг	Средняя переваримость, %
1	КС+SiO_2 (0,1 мг/кг)	0,1	67,5±5,2
2	КС+SiO_2 (0,25 мг/кг)	0,25	65,4±6,5
3	КС+SiO_2 (2 мг/кг)	2	60,8±5,7
4	КС+SiO_2 (2,5 мг/кг)	2,5	62,3±5,9
5	КС	контроль	53,3±5,3

Анализ полученных данных показал, что процент переваримости контрольного образца составляет 53,3 %. Сравнение контроля с опытными группами демонстрирует различие в полученных данных. Так, минимальное увеличение процента переваримости при внесении НЧ SiO_2 в концентрации 2 мг/кг составило 7,5 %. При увеличении концентрации исследуемого вещества до 2,5 мг/кг наблюдается повышение показателя переваримости до 9 %. При уменьшении концентрации НЧ SiO_2 до 0,25 мг/кг и 0,1 мг/кг отмечаются наиболее высокие результаты с разницей на 12,1 % и 14,2 % соответственно (рис. 1).

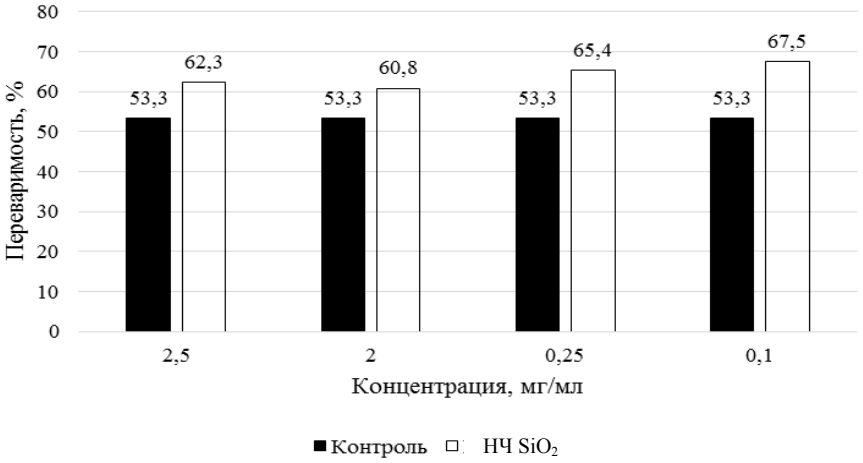


Рис. 1 – Переваримость сухого вещества при внесении НЧ SiO_2 в различных концентрациях

Сравнительный анализ результатов между группами показал, что внесение НЧ в концентрации 0,1 мг/кг способствует переваримости субстрата до 67,5 %, что на 2,1 % больше, чем при внесении исследуемого вещества в концентрации 0,25 мг/кг. Примечательно, что при увеличении концентрации до 2 мг/кг и 2,5 мг/кг просматривается тенденция к уменьшению процента переваренного корма на 6,7 % и 5,2 % соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что внесение НЧ SiO_2 даёт результат в увеличении общего процента переваримости кормового субстрата в условиях искусственного рубца крупного рогатого скота.

Однако следует отметить обратно пропорциональную зависимость между концентрацией НЧ и итоговым процентом переваренного корма: чем выше концентрация НЧ, тем переваримость ниже, и наоборот – по мере уменьшения концентрации возрастает средний процент переваренного кормового вещества.

Выбивающееся значение при внесении НЧ отмечено в концентрации 2 мг/кг, но в сравнении с конечной наблюдается незначительное повышение. Это можно объяснить тем, что представленное явление довольно часто встречается в исследованиях действия малых доз – «мёртвая зона», когда вначале отмечается равномерный эффект, после чего наступает «неожиданный сбой», после которого снова нормализуется общая тенденция. Природа этого феномена может быть связана с особенностями кинетики реакций, в которых немаловажную роль играют слабые взаимодействия, вследствие чего улучшается клеточный метаболизм.

Обсуждение полученных результатов.

По данным ряда исследователей применение НЧ в животноводстве, в частности, использование НЧ металлов-микроэлементов как кормовых и пищевых добавок – одно из наиболее весомых направлений нанотехнологии [13-16].

Так, отечественными учёными проведена серия испытаний нанодисперсных частиц диоксида кремния на животных (поросята, цыплята, телята). Опытным путём было установлено, что введение вышеупомянутых НЧ оральным путём в дозе 0,005-0,01 г/кг живой массы получены от-

личные результаты в виде возрастания живой массы новорождённых и подсосных поросят на 20-40 % за счёт нормализации минерального обмена у свиноматок, прироста массы поросят за четыре месяца на 29,4 % в сравнении с контролем. Отмечено также, что кость поросят после 4 месяцев введения в корм кремнезёма на 17 % выдерживает большую нагрузку на излом, чем в контрольной группе. Сохранность молодняка повысилась на 20 % по сравнению с контрольной группой, а масса кости на 45 день дачи кремнезёма увеличилась у цыплят на 1,5 % при одинаковом живом весе с контрольной группой [17-19]. Использование НЧ в кормлении животных представляет обширную область для изучения кормового потенциала [20-22].

Наши исследования выявили следующее:

- оптимальная концентрация НЧ SiO_2 – 0,1 мг/кг;
- возрастание среднего процента переваримости корма сопряжено с меньшей концентрацией вносимых НЧ SiO_2 (за исключением концентрации 2 мг/кг);
- применение НЧ с концентрацией больше 0,25 мг/кг сокращает процентную разницу переваримости корма в сравнении с контролем.

Выводы.

Можно сказать, что введение НЧ SiO_2 в условиях *in vitro* даёт увеличение общего процента переваримости кормового субстрата в условиях искусственного рубца крупного рогатого скота. Оптимальной концентрацией которого является 0,1 мг/кг корма. В рамках дальнейших исследований полученные результаты будут использованы в экспериментах *in vivo*.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых учёных МК-3631.2017.11

Литература

1. Kononenko S.E. Ways of reduction of adverse feeding effects of animals // Agricultural sciences. 2016. № 119(05). P. 1-20.

2. An oxidative stress-specific bacterial cell array chip for toxicity analysis / J.H. Lee, C.H. Youn, B.C. Kim, M.B. Gu // Biosensors and Bioelectronics. 2007. Vol. 22(9-10). P. 2223-2229.

3. Сравнительные испытания ультрадисперсного сплава, солей и органических форм Cu и Zn как источников микроэлементов в кормлении цыплят-бройлеров / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Ю.И. Левахин, И.А. Бабичева, В.И. Косилов // Сельскохозяйственная биология. 2018. 53(2). С. 393-403. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.393rus.

4. 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.

5. The role of animal nutrition in designing optimal foods of animal origin as reviewed by the COST action feed for health / L. Pinotti et al. // Biotechnology, Agronomy, Society and Environment. 2014. № 18(4). P. 471-479.

6. Health effects of nanomaterials on next generation / K. Takeda et al. // Yakugaku Zasshi. 2011. V. 131(2). P. 229-236.

7. Tishenkov P.I. Digestibility of nutrients of the grain mixes enriched with fermental preparations // Veterinary science. 2014. № 3. P. 30-35.

8. Effect of supplementation of minerals and vitamins on growth performance of indigenous heifers / D.N. Sawant et al. // Indian Journal of Animal Nutrition. 2013. № 30(4). P. 387-391.

9. Перспективы использования новых минеральных добавок в рационах сельскохозяйственных животных / А.В. Якимов и др. // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Ульяновск: Ульян. ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. Т. 1. С. 268-271.

10. Улитько В.Е. Инновационные подходы в решении проблемных вопросов в кормлении сельскохозяйственных животных // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4. С. 136-144.

11. Пресняк А.Р. Использование наночастиц микроэлементов – перспективное направление при производстве мяса цыплят-бройлеров // Молодой учёный. 2015. № 5.2(85.2) С. 40-42. url: https://moluch.ru/archive/85/16148/ (дата обращения: 14.02.2018).

12. Мирошников С.А., Сизова Е.А. Наноматериалы в животноводстве (обзор) // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 7-22.

13. Metal particles as trace-element sources: current state and future prospects / V.I. Fisinin, S.A. Miroshnikov, E.A. Sizova, A.S. Ushakov, E.P. Miroshnikova // World's Poultry Science Journal. 2018. September. Vol. 74. Issue 3. P. 523-540. https://doi.org/10.1017/S0043933918000491.

14. Нанодисперсный диоксид кремния: применение в медицине и ветеринарии / В.В. Потапов и др. // Наноиндустрия. 2012. № 3. С. 32-36.

15. Нестеров Д.В., Мирошников С.А., Холодилина Т.Н. Применение цинка в различных формах в качестве катализатора экзогенных ферментов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 12. С. 52-55.

16. Кондакова К.С., Дроздова Е.А., Япрынцева Е.В. Влияние различных видов обработки кормовых средств, содержащих макро-, наночастицы металлов, на способность бактерий рубца к адгезии // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 33. № 1. С. 245-247.

17. Маркелов Д.А., Ницак О.В., Геращенко И.И. Сравнительное изучение адсорбционной активности медицинских сорбентов // Химико-фармацевтический журнал. 2008. № 7(42). С. 30-33.

18. Structuraland oxidative changes in the kidney of crucian carp induced by silicon-based quantum dots / S.N. Petrache, L. Stanca, A.I. Serban, C. Sima, A.C. Staicu, M.C. Munteanu, M. Costache, R. Burlacu, O. Zarnescu, A. Dinischiotu // International Journal of Molecular Sciences. 2012. 13(8). P. 10193-10211. doi: 10.3390/ijms130810193.

19. Impact of silicon-based quantum dots on the antioxidative system in white muscle of Carassius auratus gibelio / L. Stanca, S.N. Petrache, M. Radu, A.I. Serban, M.C. Munteanu, D. Teodorescu, A.C. Staicu, C. Sima, M. Costache, C. Grigoriu, O. Zarnescu, A. Dinischiotu // Fish Physiology and Biochemistry. 2012. 38. P. 963-975. doi: 10.1007/s10695-011-9582-0.

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

21. 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. № 51(4). С. 553-562.

22. 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.

Косян Дианна Багдасаровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 9 Января, 29, e-mail: kosyan.diana@mail.ru

Макаева Айна Маратовна, младший научный сотрудник центра «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 ноября 2018 года

UDC 636.085:577

Kosyan Dianna Bagdasarovna, Makaeva Aina Maratovna
FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: kosyan.diana@mail.ru

The prospect of using silicon dioxide nanoparticles to increase digestibility of the feed substrate

Summary. The improvement of feeding technology and the actualization of standard needs of farm animals in the required substances remains an important component of the development of the livestock industry. As a result, the direction of application of new forms of biologically active substances, required by the animal body for normal functioning, productivity growth and vital activity, is actively developing. These are biologically active additives in the form of metal powders, in particular, it should be noted the importance of such an element as silicon. Multiple studies have shown that Si is part of all tissues and organs, is involved in metabolism and the growth of muscles and bones. Nanoparticles (NPs) of silicon dioxide (SiO_2 nanoparticles) were used as the test substance. To determine the digestibility of the feed with the addition of NPs in vitro, an «artificial rumen» was used. As a fodder substrate, a mixture of oats, freshly selected filtered cicatricial contents of cattle was used, together with a buffer solution prepared according to calculations and a suspension of SiO_2 NPs with a concentration of 0.25; 0.1; 2.0 and 2.5 mg/kg. With an increase in the concentration of the test substance up to 2.5 mg/kg, an increase in the digestibility index is observed up to 9 %. When the concentration of SiO_2 NPs decreases to 0.25 mg/kg and 0.1 mg/kg, the best results are observed with a difference of 12.1 % and 14.2 %, respectively. However, back proportional relationship between the concentration of NPs and the final percentage of digested food should be registered: the higher the concentration of NPs, the lower digestibility is, and vice versa – as the concentration decreases, the average percentage of digested food substance increases. Thus, it can be concluded that the introduction of SiO_2 NPs results in an increase in the total percentage of digestibility of the feed substrate under conditions of artificial rumen of cattle**.**

Key words: farm animals, bulls, feeding, digestibility, toxicity, nanotechnology, silicon dioxide (SiO_2 NPs).

УДК 577.17

Биологическая аттестация наночастиц системы CuO на бактериальных моделях

Е.А. Сизова[1,2], Е.В. Яушева[1], Т.Н. Холодилина[1,2]

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

Аннотация. Одним из направлений совершенствования нанопрепаратов является модификация размера частиц вещества, что определяет различия в их биологических свойствах. По динамике люминесценции lux-биосенсора – генно-инженерного штамма *Echerichia coli* K12 TG1, конститутивно экспрессирующего *luxCDABE*-гены природного морского микроорганизма *Photobacterium leiongnathi* 54D10, установлено, что наименьшей токсичностью среди сравниваемых препаратов обладали наночастицы (НЧ) системы CuO(1). Выявлено, что степень токсичности НЧ находилась в зависимости от их физико-химических параметров: удельная поверхность, размер и др., зависящих от условий синтеза. Регуляция условий синтеза путём изменения давления аргона сопровождалась модификацией удельной поверхности и размерности, что в свою очередь отразилось на степени токсичности НЧ. Таким образом, управляемый синтез позволит получить НЧ с заданными показателями, что в рамках дальнейшей работы, позволит изменить токсичность исследуемых НЧ.

Ключевые слова: наночастицы CuO, токсичность, *Escherichia coli K12 TG1 pF1*, биолюминесценция.

Введение.

Одним из направлений совершенствования нанопрепаратов является модификация размера частиц вещества, что определяет различия в их биологических свойствах [1-3]. Уменьшение размера НЧ повышает абсорбцию и сопровождается изменениями биологического действия частиц элемента, в то же время это сопровождается ростом токсичности [4]. Подобные изменения объясняются различиями в свойствах отдельных частиц и их кластеров, степенью корреляции геометрической структуры и структурной электронной оболочки при взаимодействии с биологическим объектом [5]. Аналогичные зависимости биологической активности НЧ от размера описаны многими учёными [6-9]. Современные исследования демонстрируют наличие как бактерицидных, так и бактериостатических эффектов НЧ [10, 11]. В то же время используют ультрадисперсные препараты металлов для создания новых пищевых и кормовых добавок-микроэлементов [12-14]. Интерес к их исследованию определяется более высокой биодоступностью и относительно меньшей токсичностью НЧ металлов-микроэлементов [15, 16].

Перспективы использования НЧ обусловлены возможностью контролировать при синтезе их физико-химические характеристики, такие как размер, удельная поверхность, фазовый состав, электрическая проводимость, теплопроводность, каталитическая активность и др., а следовательно, и свойства [17, 18]. Расширить прикладное значение и практическую значимость НЧ микроэлементов позволяет модификация условий их синтеза.

Цель исследования.

Изучение токсичности НЧ системы CuO, синтезированных при различных условиях, в тесте ингибирования бактериальной биолюминесценции с использованием *Echerichia coli*.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. НЧ CuO(1,2), синтезированные газофазным методом при различных режимах, отличающиеся физико-химическими характеристиками.

Схема эксперимента. В качестве объектов воздействия использовался генно-инженерный люминесцирующий штамм *Echerichia coli* K12 TG1, конститутивно экспрессирующий *luxCDABE*-гены природного морского микроорганизма *Photobacterium leiongnathi* 54D10 (производство НВО «Иммунотех», г. Москва, Россия), в лиофилизированном состоянии под коммерческим названием «Эколюм».

Проведение теста ингибирования бактериальной люминесценции осуществлялось путём внесения в ячейки 96-луночных планшетов из непрозрачного пластика исследуемого вещества и суспензии люминесцирующих бактерий в соотношении 1:1, после чего планшет помещали в измерительный блок микропланшетного спектрофотометра Infinite PROF200 (TECAN, Австрия), динамически регистрирующего интенсивность свечения полученных смесей в течение 180 мин с интервалом 5 мин. Результаты влияния наноматериалов на интенсивность бактериальной биолюминесценции (I) оценивали с использованием формулы

$$I = \frac{Ik_{0мин} \times Io_{nмин}}{Ik_{nмин} \times Io_{0мин}},$$

где *Ik* и *Io* – интенсивность свечения контрольных и опытных проб на 0-й и n-й минутах измерения.

Учитывали 3 пороговых уровня токсичности:

1. Меньше 20 – образец «не токсичен» (тушение люминесценции ≤ 20 %);
2. От 20 до 50 – образец относительно токсичен (тушение люминесценции 50 %);
3. Равно или больше 50 – образец токсичен (тушение люминесценции ≥ 50 %).

Пробы суспензий НЧ готовили в диапазоне концентраций 0,5 М-0,0002 М и подвергали обработке ультразвуком в течение 30 мин.

Оборудование и технические средства. Размеры НЧ оценивались с помощью измерений удельной поверхности на приборе СОРБИ-М (ЗАО «МЕТА», Россия), визуализация поверхности осуществлялась с помощью сканирующего зондового микроскопа микроскопа Certus Light V (ООО «Нано Скан Тех Трейд», Россия).

Статистическая обработка. Полученные результаты обрабатывали методами вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в программе «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Выводы об уровне значимости различий делали, исходя из полученной величины коэффициента Стьюдента (t-критерий) и количества наблюдений в анализируемых выборках. Достоверными считали различия при вероятности ошибки $P \leq 0,05$, высокозначимыми считали различия при $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$.

Результаты исследований.

НЧ синтезированы газофазным методом с применением разных режимов синтеза (табл. 1).

Таблица 1. **Параметры синтеза и характеристики НЧ**

Образцы	Характеристики газовой системы		Удельная поверхность, $м^2/г$	Размер, нм	ζ-потенциал, мВ
	давление, Торр	скорость, л/час			
CuO(1)	150	130	12	100	15.2
CuO(2)	80	130	15.5	50	13.8

Контакт *E. coli K12 TG1 pF1* с НЧ CuO(1) в диапазоне концентраций 0,5-0,0313 М сопровождался полным ингибированием свечения микроорганизмов в первые 30 мин экспозиции, в дозах 0,0156-0,0078 М через 85-90 мин (рис. 1).

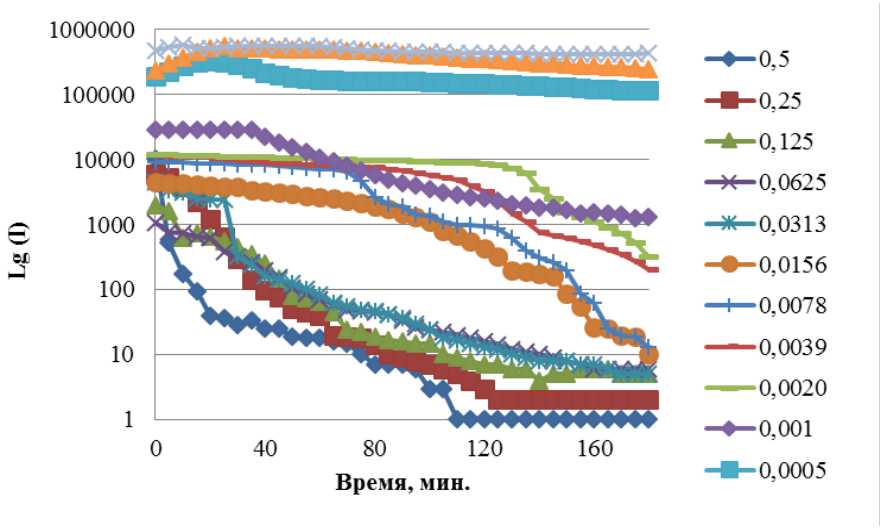


Рис. 1 – Динамика свечения *E. coli K12 TG1* с клонированными lux CDABE-генами *P.leiongnathi 54 D10* при контакте с НЧ CuO(1)

Последующее увеличение разведений от 0,0039 до 0,001 М приводило к полному ингибированию биолюминесценции тест-организма через 125-150 мин контакта, что свидетельствует об острой токсичности концентраций в диапазоне 0,5-0,001 М.

В дозе 0,0005 М НЧ CuO(1) вызывали 30 % ингибирование биолюминесценции бактерий спустя 130 мин контакта и являлись слаботоксичными, тогда как концентрация 0,0002 не оказывала значимого влияния на динамику свечения микроорганизмов и являлась не токсичной.

НЧ CuO(2) являлись более токсичными чем CuO(1) и вызывали полное подавление свечения бактерий *E. coli K12 TG1 pF1* в концентрациях 0,5-0,125 М спустя 30-35 мин эксперимента, в дозах 0,0313-0,001 М через 60-75 мин экспозиции (рис. 2).

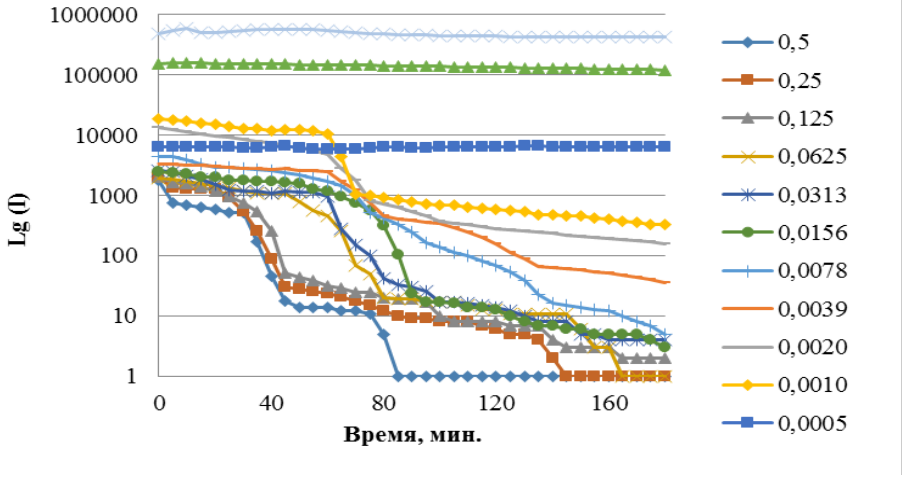


Рис. 2 – Динамика свечения *E. coli K12 TG1* с клонированными lux CDABE-генами *P.leiongnathi 54 D10* при контакте с НЧ CuO(2)

Концентрации 0,0005 и 0,0002 М являлись не токсичными для используемого тест-организма и не оказывали влияния на уровень свечения бактерий.

Обсуждения полученных результатов.

Основными параметрами, определяющими токсичность НЧ, являются химический состав, размеры и форма [19-21]. Так, сравнивая два разноразмерных образца НЧ CuO, было установлено, что более токсичным в одних и тех же концентрациях являются НЧ с меньшим размером. Снижение давления газовой смеси со 150 до 80 Торр привело к уменьшению размерности НЧ в 2 раза. По мере уменьшения размера частиц отмечалось возрастание их токсичности в отношении тест-системы. Согласно литературным данным, подобные изменения объясняются различиями в свойствах отдельных частиц и их кластеров, степенью корреляции геометрической структуры и структурной электронной оболочки при взаимодействии с биологическим объектом [5]. Аналогичные зависимости биологической активности НЧ от размера описаны для ряда НЧ [6-9]. В то же время присутствие кислородных форм на поверхности НЧ является одним из основных факторов биотоксичности [22, 23].

Возможные подходы к пониманию механизма токсического действия НЧ меди на тест-культуру *E. coli* в условиях контактного взаимодействия связаны с увеличением зарядовой плотности электронов на внешней мембране *E. coli* при контакте с НЧ, что коррелирует с их ингибирующей способностью подавлять рост бактерий и меньшей энергией активации переноса электрона в месте контакта НЧ-*E. coli.* Анализ этих данных позволяет корректировать условия получения образцов НЧ с заданными свойствами оксидных пленок.

В свою очередь формирование электростатического контакта положительно заряженных агрегатов НЧ (ζ=+15.9±8.63 мВ) с отрицательно заряженной поверхностью *E. coli* K12 MG1655 pSoxS::lux и pKatG::lux с индуцибельным характером свечения (ζ=–50.0±9.35 мВ) показало развитие окислительного стресса модельных микроорганизмов, предположительно определяемого переносом электронов через интегрированные с цитоплазматической мембраной НЧ на молекулярный кислород. Итоговым результатом данного процесса явилось повреждение ДНК активными формами кислорода, детектированное с использованием репортерного штамма *E. coli* pRecA::lux, приводящее к развитию бактерицидного эффекта [24].

Выводы.

Изменение давления газовой смеси влияет на размерные характеристики НЧ. Из исследуемых образцов наименьшей токсичностью обладали НЧ CuO(1). Снижение токсичности НЧ возможно посредством изменения удельной поверхности путём регуляции давления аргона во время синтеза.

Исследования проведены по Программе УрО РАН: Фундаментальные проблемы развития агропромышленного комплекса, проект № 18-8-9-19

Литература

1. Comparison of gene expression profiles in mice liver following intravenous injection of 4 and 100 nm-sized PEG-coated gold nanoparticles / W.S. Cho, S. Kim, B.S. Han, W.C. Son, J. Jeong // Toxicology Letters. 2009. No. 191. P. 96-102.

2. Nano-sized and micro-sized polystyrene particles affect phagocyte function / B. Prietl, C. Meindl, E. Roblegg, T.R. Pieber, G. Lanzer, E. Fröhlich // Cell Biology and Toxicology. 2014. No. 30(1). P. 1-16.

3. Size dependent biodistribution and toxicokinetics of iron oxide magnetic nanoparticles in mice / L. Yang, H. Kuang, W. Zhang , Z.P. Aguilar, Y. Xiong, W. Lai, H. Xu, H. Wei // Nanoscale. 2014. V. 11. No. 7(2). P. 625-636.

4. Synthesis, characterization, and bioavailability in rats of ferric phosphate nanoparticles / F. Rohner, F.O. Ernst, M. Arnold, M. Hilbe, R. Biebinger, F. Ehrensperger, S.E. Pratsinis, W. Langhans, R.F. Hurrell, M.B. Zimmermann // Journal of Nutrition. 2007. No. 137(3). P. 614-619.

5. Christy L. Haynes and Richard P. Van Duyne. Nanosphere Lithography: A Versatile Nanofabrication Tool for Studies of Size-Dependent Nanoparticle Optics // Journal of Physical Chemistry B. 2001. 105(24). P. 5599-5611.

6. Size- and charge-dependent non-specific uptake of PEGylated nanoparticles by macrophages / S. Yu Shann, M. Lau Cheryl, N. Thomas Susan, W. Gray Jerome, J. Maron David, H. Dickerson James, A. Hubbell Jeffrey, D. Giorgio Todd // International Journal of Nanomedicine. 2012. 7. P. 799-813. doi: 10.2147/IJN.S28531.

7. Size dependent biodistribution and toxicokinetics of iron oxide magnetic nanoparticles in mice / L. Yang, H. Kuang, W. Zhang, Z.P. Aguilar, Y. Xiong, W. Lai, H. Xu, H. Wei // Nanoscale. 2015. 14. 7(2). P. 625-636.

8. The toxicity effect of cerium oxide nanoparticles on blood cells of male Rat / Masomeh Hamrahi-michak, Seyedeh Anousheh Sadeghi, Hamed Haghighi, Yousoof Ghanbari- kakavandi, Seyed Alireza Razavi-sheshdeh, Mahdi Torkamani Noughabi, Masoud Negahdary // Annals of Biological Research. 2012. 3(6). P. 2859-2866.

9. The Influence of Magnetite Nanoparticles on Human / Anežka Džarová, Martina Dubničková, Vlasta Závišová, Martina Koneracká, Peter Kopčanský, Hubert Gojzewski and Milan Timko // Journal of Life Sciences. 2010. Vol. 4. No. 5. P. 37-43.

10. Toxicological sanitary characterization of titanium dioxide nanoparticles introduced in gastrointestinal tract of rats. Communication 2. Intestinal microbiocenosis condition and allergic sensitivity / S.A. Sheveleva, G.G. Kuznetsova, S.Iu. Batishcheva, N.P. Efimochkina, V.M. Vernikov, V.V. Smirnova, N.É. Sharanova, I.V. Gmoshinskiĭ, S.A. Khotimchenko, V.A. Tutel`ian. // Voprosy Pitaniia. 2010. 79(5). P. 29-34.

11. Quantifying the Sensitivity of Soil Microbial Communities to Silver Sulfide Nanoparticles Using Metagenome Sequencing / C.L. Doolette, V.V. Gupta, Y. Lu, J.L. Payne, D.J. Batstone, J.K. Kirby, D.A. Navarro, M.J. McLaughlin // PLoS One. 2016. 30. 11(8). e0161979. doi: 10.1371/journal.pone.0161979.

12. 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. 51(4). С. 553-562.

13. Сравнительные испытания ультрадисперсного сплава, солей и органических форм Cu и Zn как источников микроэлементов в кормлении цыплят-бройлеров / Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, С.В. Лебедев, Ю.И. Левахин, И.А. Бабичева, В.И. Косилов // Сельскохозяйственная биология. 2018. 53(2). С. 393-403. doi: 10.15389/agrobiology.2018.2.393rus.

14. 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. № 51(6). С. 903-911.

15. Comparison of short-term toxicity between Nano-Se and selenite in mice / J. Zhang, H. Wang, X. Yan, L. Zhang // Life Science. 2005. No. 76(10). P. 1099-1109.

16. Zhang J., Wang X., Xu T. Elemental selenium at nano size (Nano-Se) as a potential chemopreventive agent with reduced risk of selenium toxicity: comparison with se-methylselenocysteine in mice // Toxicological Science. 2008. No. 101(1). P. 22-31.

17. Изучение безопасности введения НЧ 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. Оренбург. 2009. № 2. С. 124-127.

18. Comparative characteristic of toxicity of nanoparticles using the test of bacterial bioluminescence / E. Sizova, S. Miroshnikov, E. Yausheva, Dianna Kosyan // OSPC. Biosciences, Biotechnology Research Asia. Vol. 12 (Spl. End. 2). P. 361-368.

19. Selvamurugan N. Bio-composite scaffolds containing chitosan/nano-hydroxyapatite/nano-copper-zinc for bone tissue engineering / A. Tripathi, S. Saravanan, S. Pattnaik, A. Moorthi, N.C. Partridge // International Journal of Biological Macromolecules. 2012. 1 January 2012. 50(1). P. 294-299. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2011.11.013.

20. Synthesis of Cu, Zn and Cu/Zn brass alloy nanoparticles from metal amidinate precursors in ionic liquids or propylene carbonate with relevance to methanol synthesis / K. Schütte, H. Meyer, C. Gemel, J. Barthel, R.A. Fischer, C. Janiak // Nanoscale. 2014. 21. 6(6). P. 3116-3126. doi: 10.1039/c3nr05780a.

21. Nanobrass CuZn Nanoparticles as Foliar Spray Nonphytotoxic Fungicides / O. Antonoglou, J. Moustaka, I.S. Adamakis, I. Sperdouli, A.A. Pantazaki, M. Moustakas, C. Dendrinou-Samara // ACS Applied Materials & Interfaces. 2018. 7. 10(5). P. 4450-4461. doi: 10.1021/acsami.7b17017.

22. Risom L., Møller P., Loft S. Oxidative stress-induced DNA damage by particulate air pollution // Mutation Research. 2005. 30. 592(1-2). P. 119-137. Epub 2005. Aug 8. Review.

23. Sayes C, Ivanov I. Comparative study of predictive computational models for nanoparticle-induced cytotoxicity // Risk Analysis. 2010. 30(11). P. 1723-1734. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01438.x.

24. Дерябин Д.Г. Бактериальная биолюминисценция: фундаментальные и прикладные аспекты. М.: Наука, 2009. 246 с.

Сизова Елена Анатольевна, доктор биологических наук, руководитель центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97; доцент кафедры биологии и почвоведения ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, e-mail: Sizova.L78@yandex.ru

Яушева Елена Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник центра «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» 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 ЦКП 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

Поступила в редакцию 27 ноября 2018 года

UDC 577.17

Sizova Elena Anatolievna[1,2], Yausheva Elena Vladimirovna[1], Kholodilina Tatyana Nikolaevna[1,2]

[1]*FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: Sizova.L78@yandex.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»,* e-mail: post@mail.osu.ru

Biological certification of CuO nanoparticles on bacterial models

Summary. One of ways to improve nanopreparations is the modification of the particle size of a substance, which determines the differences in their biological properties. According to the luminescence dynamics of lux-biosensor – genetically engineered strain of Echerichia coli K12 TG1, the constitutively expressing luxCDABE-genes of the natural marine microorganism Photobacterium leiongnathi 54D10 was found that nanoparticles of CuO system (1) had the lowest toxicity among the compared drugs. It was revealed that the degree of toxicity of NPs was dependent on their physicochemical parameters: specific surface area, size, etc., depending on the synthesis conditions. The regulation of the synthesis conditions by changing the argon pressure was accompanied by a modification of the specific surface and dimension, which in turn affected the degree of toxicity of the NPs. Thus, controlled synthesis will allow one to obtain NPs with given parameters, which, in the framework of further work, will allow changing the toxicity of the NPs under study.

Key words: CuO nanoparticles, toxicity, *Escherichia coli K12 TG1 pF1*, bioluminescence.

УДК 636.088.31

Влияние наночастиц хрома на качественные показатели мяса бычков при воздействии стресс-факторов

М.А. Кизаев, Е.А. Ажмулдинов, М.Г. Титов, Т.А. Мыльникова

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

Аннотация. Транспортировка и предубойное содержание – одни из основных факторов, приводящих к снижению продуктивности и качества продукции сельскохозяйственных животных. Хром способствует уменьшению негативных последствий не только данных видов стресса, но и температурного, диетического, гормонального и иммунного.

Впервые было исследовано влияние внутримышечного введения наночастиц хрома на сокращение потерь мясной продукции и повышение её качества.

Опытная часть исследования проводилась на базе ОАО Агрофирма «Нур» Стерлибашевского района Республики Башкортостан. Для эксперимента по методу пар-аналогов были подобраны 30 бычков чёрно-пёстрой породы, которых разделили на две группы: I – контрольная, II – опытная, молодняку которой в течение пяти суток до стресс-фактора однократно внутримышечно вводили наночастицы хрома в дозе 0,02 мг/кг живой массы.

В мясе контрольных бычков, которым не вводили внутримышечно наночастицы хрома, содержание гликогена, как источника энергии, было меньше соответственно на 3,4 %, а мясо опытной группы, которым вводили наночастицы хрома, обладало наибольшей влагоёмкостью на 2,7 % и наименьшей потерей мясного сока на 2,7 %. У них также были выше показатели светимости, покраснения мяса на 10,2 % и 13,8 % по сравнению с контрольными сверстниками. Мясо опытных бычков отличалось лучшей хранимоспособностью и меньшим тиобарбитуровым числом.

Таким образом, внутримышечное однократное введение наночастиц хрома в дозе 0,02 мг/кг живой массы в течение пяти суток до начала действия стресс-фактора способствует снижению потерь мясной продукции, улучшению качества мяса и увеличению его хранимоспособности.

Ключевые слова: бычки, транспортировка, стресс, наночастицы хрома, потери, качество мяса, pH, влагоёмкость, цвет.

Введение.

Производство высококачественной говядины является основной задачей животноводческой отрасли, цель которой состоит в том, чтобы получать животных с высоким выходом и хорошим качеством мяса. Получение более качественного мяса является сложным процессом, который подвержен влиянию множества стрессовых факторов. Существует несколько важных параметров для определения качества говядины: влагоёмкость, pH, цвет и тиобарбитуровое число [1-4].

Погрузка и транспортировка, предубойный стресс и то, как животные физиологически реагируют являются факторами, которые влияют на параметры качества мяса, такие как pH, цвет, уровень гликогена, влагоёмкость, тиобарбитуровое число, и способствуют получению более тёмного, сухого мяса с низкой хранимоспособностью.

Уровень малонового диальдегида является индивидуальной характеристикой каждого животного. Он – один из продуктов свободнорадикального окисления липидов, накопление которого отражает степень оксидативного стресса в организме. Оценка этого показателя необходима для определения причин и механизмов развития того или иного патологического процесса. Более высокие уровни малонового диальдегида связаны с более высокими начальными и конечными значениями pH и, следовательно, с более низкими значениями показателя светимости, покраснения, желтизны и влагоёмкости, что отражается на качестве мяса [5].

Положительные реакции на внутримышечное введение наночастиц хрома проявляются более эффективно при технологических стрессах. В свою очередь данные наночастицы могут улучшить основные показатели качества мяса [6].

Цель исследования.

Изучить влияние внутримышечного введения наночастиц хрома на снижение потерь мясной продукции и показатели качества мяса молодняка крупного рогатого скота при влиянии транспортного и предубойного стрессов.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки чёрно-пёстрой породы 18-месячного возраста, средней живой массой 458,3 кг±2,07 – контрольная группа и 460,0кг±2,46 – опытная.

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

Схема эксперимента. Опытная часть данного исследования проводилась на базе ОАО Агрофирма «Нур» Стерлибашевского района Республики Башкортостан. По методу пар-аналогов были подобраны 30 бычков чёрно-пёстрой породы в возрасте 8 месяцев, которых разделили на две группы: I – контрольная, II – опытная. Бычкам опытной группы за пять суток до стресс-фактора внутримышечно (однократно, каждый день) вводили наночастицы хрома в дозе 0,02 мг/кг живой массы.

Размеры наночастиц Cr^3 – от 1 до 100 мкм. Дозировка была выбрана путём анализа ранее проведённых исследований на крысах [7]. Для приготовления инъекционной суспензии наночастицы хрома в зависимости от живой массы животного смешивали с водой для инъекций и подвергали диспергированию в ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2Т в режиме 0,5 А, 44 кГц. Суспензию наночастиц хрома вводили экспериментальным животным в бедренную группу мышц. Хром является важным элементом, который усиливает действие инсулина и, следовательно, влияет на белковый, липидный и углеводный обмены, включая синтез ядерных белков и нуклеиновой кислоты. Эти функции способствуют повышению продуктивности и могут быть связаны с некоторыми иммуноэндокринными взаимодействиями, которые могут быть скоординированы через производство регуляторных цитокинов. Хром, возможно, позволит лучше использовать глюкозу и сохранить гликоген в мышцах животного. Это могло бы поддерживать естественное снижение pH мяса, впоследствии снижая перекисное окисление липидов и предотвращая накопление метмиоглобина.

Оборудование и технические средства. Лабораторные исследования проводились в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.): качество мяса изучали в соответствии с ГОСТ 9959-2015, определение pH – ГОСТ Р 51478-99 (ИСО 2917-74), энергетическую ценность – ГОСТ Р 51074-2003 и хранимоспособность мяса – ГОСТ 7269-79, цветность мяса оценивали по ГОСТ 33818-2016 с использованием спектрофатометра СФ-2000, тиобарбитуровое число определяли по ГОСТ Р 55810-2013.

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

Результаты исследования.

В эксперименте особое внимание уделялось исследованию влияния наночастиц хрома на качество мяса после воздействия стресс-фактора. Показатели, характеризующие технологические свойства мяса подопытных бычков, свидетельствуют о том, что использование наночастиц хрома при транспортировке и предубойном содержании животных оказало положительное влияние на качество мяса (табл. 1).

Таблица 1. **Технологические свойства мяса**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Гликоген, мг%	168,3±5,74	174,3±6,63
pH	5,5±0,03	5,7±0,09
Влагоёмкость, %	63,2±0,25	65,9±0,30
Потери мясного сока, %	28,0±1,01	25,3±1,69

Более высокие окислительные процессы при транспортном стрессе были отмечены у животных, не получавших наночастицы хрома для снижения стрессовой нагрузки на организм. Это способствовало большему расходу энергии, что подтверждается меньшим содержанием гликогена – 168,3 мг%, а у опытных – 174,3 мг%, соответственно выше на 3,6 %. Концентрация ионов водорода (pH) у молодняка опытной группы составила 5,7. Это свидетельствует о том, что процесс созревания мяса протекает более интенсивно, оно приобретает более нежную консистенцию, повышаются стойкость к воздействию микрофлоры и сроки хранения. Наибольшей влагоёмкостью и наименьшей потерей мясного сока характеризовалось мясо животных, получавших наночастицы хрома в дозе 0,02 мг/кг живой массы.

При визуальном исследовании мы наблюдали, что туши в контрольной группе имели более тёмный оттенок мяса. Измерение цвета проводили через трое суток после убоя (табл. 2).

Таблица 2. **Характеристика цветности мяса после транспортного стресса**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Показатель светимости, ед.	29,88±0,59	32,92±0,80
Покраснение, ед.	14,63±0,41	16,65±1,04
Желтизна, ед.	19,00±0,31	18,49±0,70

Технологические стрессы оказали существенное влияние на цветность мяса. Значения показателя светимости и покраснения были выше у бычков, получавших наночастицы хрома, по сравнению с контрольными сверстниками на 10,2 % и 13,8 % соответственно. Желтизна преобладала у мяса бычков контрольной группы.

Охлаждённое мясо бычков опытной группы под влиянием наночастиц хрома отличалось лучшей хранимоспособностью, чем у аналогов контрольной группы.

При органолептической оценке мяса контрольных бычков признаки порчи появились на десятые сутки. Мясо имело более тёмный цвет, на разрезе было влажным, слегка липким. У опытной группы признаки порчи начали появляться на двадцатые сутки. Мясо было бледно-розового или бледно-красного цвета, мышцы на разрезе были слегка влажные.

С целью установления продуктов перекисного окисления липидов в тканях мяса в зависимости от сроков его хранения было определено тиобарбитуровое число (рис. 1). Количество реакций 2-тиобарбитуровой кислоты вещества (TBARS) выражали в виде мг малондиальдегида (MDA) на кг мяса.

По результатам динамики изменения тиобарбитурового числа наблюдается стабильное увеличение значений в контрольной группе с 10 суток. В опытной группе, которая получала наночастицы хрома, идёт сравнительно медленное повышение данного числа.

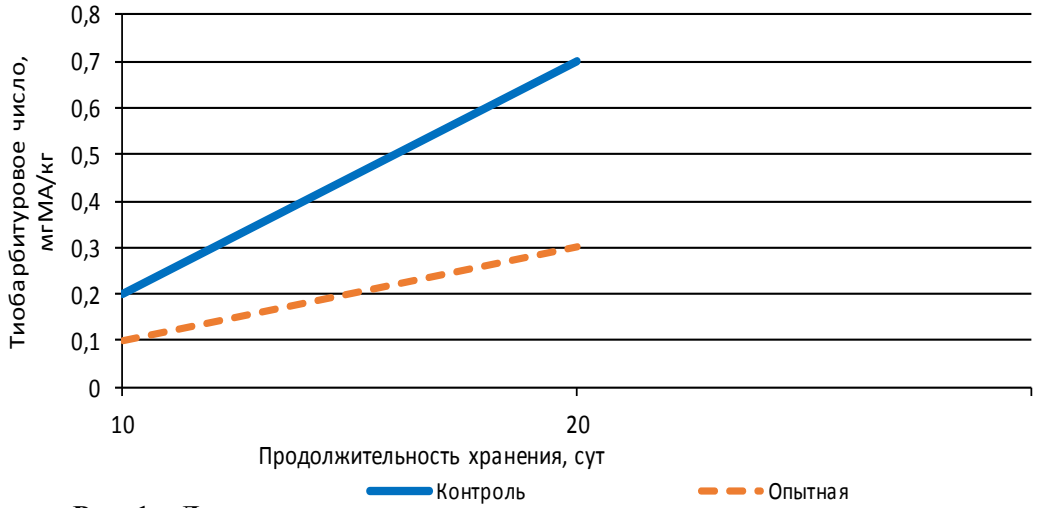


Рис. 1 – Динамика накопления продуктов окисления в мясе в процессе хранения

Обсуждение полученных результатов.

Впервые было исследовано влияние внутримышечного введения наночастиц хрома на сокращение потерь мясной продукции и повышения её качества. Показано, что преимущества внутримышечного введения наночастиц хрома были более очевидными в стрессовых условиях и оказали положительный эффект на показатели качества мяса [11].

В экспериментах других авторов при исследовании влияния Cr-дрожжи, хелатированные Cr или Cr-никотинаты в период стресса выявлены также положительные эффекты. Дополнительное добавление хрома при стрессе в летний период повлияло на потребление пищи и продуктивность телят буйволов [8-10].

Что касается качества мяса, то текущие результаты согласуются с результатами других исследователей, которые считают, что добавление хрома способствует повышению качественных показателей мяса [11, 12].

При воздействии данного стресс-фактора на животных в мясе происходят необратимые химические реакции, которые отрицательно влияют на показатели качества мяса. Энергетические запасы в мышцах истощаются во время транспортировки, что в свою очередь приводит к увеличению производства молочной кислоты и понижению показателя pH. Данные согласуются с нашими исследованиями, в которых содержание гликогена было меньше на 3,4 %; а pH – на 3,5 %. Кроме того, стрессовое состояние на протяжении предубойного процесса оказывает пагубное влияние на цвет мяса. Стресс способствовал получению мяса с более тёмным цветом в контрольной группе. Наши данные согласуются с исследованиями по использованию экстракта из листьев Eucommia ulmoides, обогащённого хлорогеновыми кислотами как антистрессора. Транспортировка в данном исследовании приводит к истощению запасов гликогена в мышцах, что может уменьшить образование молочной кислоты во время хранения и увеличить pH. В настоящем исследовании добавление антистрессора повышало pH и уменьшало потерю кулинарного свойства мяса из транспортируемых животных, что согласуется с другими исследованиями [13].

Цвет – это сенсорная характеристика, используемая потребителями как показатель свежести и качества. Следует отметить, что в данном исследовании были установлены значительные различия. В частности, у бычков, получавших наночастицы хрома, показатель светимости составил 29,88, покраснения – 14,63, что на 10,2 % и 13,8 % выше, чем у аналогов базового варианта. Мясо бычков, получавших за пять суток до транспортировки наночастицы хрома в дозе 0,02 мг/кг живой массы, обладало высокими показателями влагоёмкости (на 2,7 %) и меньшей потерей мясного сока (на 2,7 %). Данные согласуются с мнением авторов, которые утверждают, что факторы, вызывающие стресс у животных, могут увеличить образование свободных радикалов и активных форм кис-

лорода в организме, что может привести к клеточному повреждению и окислению липидов клеточной мембраны и, в конечном итоге, отрицательно повлиять на цвет и срок годности мяса. Дополнительное введение аскорбиновой кислоты способствовало увеличению показателей цвета мяса: светимости и покраснения после стресса [14, 15].

Определение реактивных веществ тиобарбитуровой кислоты (побочный продукт перекисного окисления липидов – малондиальдегид и 4-гидроксиноненал) является распространённым способом измерения количества продуктов перекисного окисления липидов в клетках, тканях и жидкостях организма, которые могут дополнять более конкретный анализ по стрессу [15].

По результатам динамики изменения тиобарбитурового числа наблюдается стабильное увеличение значений в контрольной группе с 10 суток (0,2-0,7 мг/кг). В опытной группе, которая получала наночастицы хрома, идёт медленное повышение данного числа (0,1-0,3 мг/кг), что согласуется с другими исследованиями [16].

Выводы.

Внутримышечное введение наночастиц хрома в дозе 0,02 мг/кг живой массы в течение пяти суток (однократно, каждый день) до начала действия стресс-фактора способствует смягчению стрессовой нагрузки на организм бычков чёрно-пёстрой породы в период транспортировки и предубойной подготовки животных, тем самым оказывая благотворное влияние на общую антиоксидантную способность организма, количественные и качественные показатели продуктов убоя. Мясо обладает наибольшей влагоёмкостью (на 2,7 %) и наименьшей потерей мясного сока (на 2,7 %), большим показателем светимости и красного цвета, а также лучшей хранимоспособностью.

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

Литература

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

2. Kegley E.B., Spears J.W., Brown T.T. Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response and disease resistance of steers // Journal of Animal Science. 1997. 75. P. 1956-1964.

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

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

5. Dietary Inorganic Chromium in Summer-Exposed Buffalo Calves (*Bubalus bubalis*): Effects on Biomarkers of Heat Stress, Immune Status, and Endocrine Variables / Muneendra Kumar, Harjit Kaur, Rijusmita Sarma Deka, Veena Mani, Amrish Kumar Tyagi, Gulab Chandra // Biological Trace Element Research. 2015. September. Vol. 167, Issue 1. P. 18-27.

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

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

8. Efficacy of trivalent chromium on growth performance, carcass characteristics and tissue chromium in heat-stressed broiler chicks / L.Y. Zha, J.W. Zeng, X.W. Chu et al. // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2009. 89. P. 1782-1786.

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

10. Влияние технологии выращивания бычков различных пород на их мясную продуктивность и эффективность производства говядины / Р.Г. Исхаков, В.И. Левахин, М.Г. Титов, В.А. Сечин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. № 2(10). С. 133-136.

11. Burton J.L. Supplemental chromium: its benefits to the bovine immune system // Animal Feed Science and Technology. 1995. 53. P. 117-133.

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

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

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

15. Determination of carnosine, anserine, homocarnosine, pentosidine and thiobarbituric acid reactive substances contents in meat from different animal species / Pier Giorgio Peiretti, Claudio Medana, Sonja Visentin, Valeria Giancotti, Giorgia Meineri // Food Chemistry. 2011. 15 June. Vol. 126. Issue 4. P. 1939-1947.

16. Witte V.C., Krause G.F., Bailey M.E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values for pork and beef during storage // Journal of Food Science. 1970. 35. P. 585-592.

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

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

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

Мыльникова Татьяна Александровна, специалист-техник Испытательного центра ЦКП 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.or@mail.ru

Поступила в редакцию 28 ноября 2018 года

UDC 636.088.31

Kizaev Mikhail Anatolevich, Azhmuldinov Elemes Azhmuldinovich, Titov Maxim Gennadevich, Mylnikova Tatyana Aleksandrovna

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

The influence of chromium nanoparticles on quality indicators of beef under the influence of stress factors

Summary. Transportation and pre-slaughter keeping are one of the main factors that lead to a decrease in productivity and product quality of farm animals. Chromium helps to reduce the negative effects of not only these types of stress, but also of temperature, diet, hormonal and immune.

For the first time, the effect of intramuscular administration of chromium nanoparticles on reducing the loss of meat products and improving its quality was investigated.

The experimental part of this study was carried out on the basis of JSC Agrofirma «Nur» of the Sterlibashevsky district of the Republic of Bashkortostan. For the experiment using the analogue pairs method, 30 bulls of the black-and-white breed were selected, they were divided into two groups: I – control, II – test, chromium nanoparticles in a dose of 0.02 mg/kg body weight were administered to young animals of this group within five days once intramuscularly).

The glycogen content as an energy source, was 3.4 % less in beef of the control bulls (not intramuscularly injected with chromium nanoparticles) respectively, and in test group, which was injected with chromium particles, had the greatest moisture capacity by 2.7 % and the least loss meat juice by 2.7 %. They also had higher luminosity index, meat reddening by 10.2 % and 13.8 % compared to control peers. Beef of test bulls had better storage capacity and lower thiobarbituric number.

Thus, intramuscular single injection of chromium nanoparticles in a dose of 0.02 mg/kg body weight helps to reduce the loss of meat products, improve meat quality and increase its storage capacity within five days before the start of stress factor.

Key words: bulls, transportation, stress, chromium nanoparticles, losses, meat quality, pH, moisture capacity, color.

УДК 636.082:591.11

Анализ полиморфизма генов CAPN1, GH и TG5 у помесного молодняка при скрещивании калмыцкого скота и красных ангусов

Ф.Г. Каюмов[1], И.М. Дунин[2], М.И. Селионова[3], Н.П. Герасимов[1], В.Э. Баринов[4], Р.Ф. Третьякова[1]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела»
[3] Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства-филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»
[4] ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова»

Аннотация. Использование генетических маркеров в мясном скотоводстве обеспечит увеличение эффективности селекционно-племенной работы за счёт повышения точности оценки генетического потенциала продуктивности и сокращения генерационного интервала. Целью исследования являлось изучение полиморфизма генов CAPN1, GH и TG5 у молодняка создаваемого типа на основе объединения генотипов калмыцкого скота и красных ангусов американской селекции. Подопытное поголовье бычков и тёлок содержалось в условиях ООО «Агрофирма «Адучи» Республики Калмыкия. Наибольшее поголовье тестируемых животных являлись носителями гомозиготного генотипа GG локуса гена кальпаина – 73,9 %, что значительно превышало количество особей с CC-вариантом (на 67,4 %) и гетерозиготный молодняк (на 54,3 %). Оценка дифференциации животных создаваемого стада по гену гормона роста (GH) показала низкое распространение животных с желательным генотипом VV (0,022). В целом по стаду встречаемость L-аллели в локусе гена гормона роста преобладала над V-вариантом на 52,2 %. Частота встречаемости желательного гена локуса $TG5^{TT}$ в среднем по молодняку составила всего 6,5 %, что ниже на 52,2 % альтернативного варианта CC. Однако наличие 34,8 % носителей гетерозиготного генотипа даёт возможность проводить селекцию создаваемого стада. Проведённые исследования позволили оценить генетическую структуру создаваемого высокопродуктивного типа мясного скота на основе взаимодействия наследственности калмыцкого скота и породы красный ангус американской селекции. Определены кандидаты в родоначальники генеалогических линий на основе желательных генотипов. Их интенсивное использование в воспроизводстве стада позволит увеличить частоту встречаемости желательных генотипов по маркерам, ассоциированным с мясной продуктивностью и качеством говядины.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, бычки, тёлки, калмыцкая порода, красный ангус, помеси, генотип, аллель, маркер.

Введение.

Селекционно-племенная работа с мясными породами скота в последнее время получила дополнительный импульс в связи с современными достижениями генетики и биотехнологии. При этом молекулярно-генетические методы ускоренно развиваются, создавая всё более благоприятные условия для селекционеров-практиков [1, 2]. Так, идентифицировано большинство генов-маркеров, ассоциированных с количественными и качественными показателями мясной продуктивности. Внедрение масштабного генотипирования отечественного поголовья мясного скота позволит корректировать традиционную оценку племенных качеств животных, а также прогнозировать потенциал продуктивности на более ранних стадиях развития ремонтного молодняка [3, 4]. Таким образом, использование генетических маркеров в мясном скотоводстве обеспечит увеличение эффективности селекционно-племенной работы за счёт повышения точности оценки генетического потенциала продуктивности и сокращения генерационного интервала.

К настоящему моменту отечественной и зарубежной наукой и практикой генотипировано большинство пород мясного скота по множеству ДНК-маркеров [5-9]. Однако работа по изучению генетической структуры создаваемого высокопродуктивного стада на основе объединения генотипов калмыцкого скота и красных ангусов американской селекции проводится нами впервые.

Цель исследования.

Изучение полиморфизма генов CAPN1, GH и TG5 у молодняка создаваемого типа на основе объединения генотипов калмыцкого скота и красных ангусов американской селекции.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Помесные (F_2) бычки и тёлки, полученные в результате скрещивания калмыцких коров и быков-производителей породы красный ангус 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. Подопытное поголовье бычков (n=16) и тёлок (n=30) находилось в условиях ООО «Агрофирма «Адучи» Целинного района Республики Калмыкия. Для генотипирования по маркерам CAPN 1 (кальпаин), TG 5 (тиреоглобулин), GH (соматотропин) у молодняка отбирали пробы крови из ярёмной вены. Цельную кровь вносили в пробирки с 600 мкл этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) до получения объёма 10 мл.

Генотипирование проводилось на основе ДНК, выделенной из крови с использованием реагентов «DIAtom^{tm} DNA Prep» (IsoGeneLab, Москва, Россия) в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий ФГБНУ ВНИИОК. Для проведения ПЦР применяли наборы «GenePakPCRCore» (IsoGeneLab, Москва, Россия).

Для оценки полиморфизма генов соматотрапина (GH) и тиреоглобулина (TG5) проводили генотипирование методом ПЦР-ПДРФ на программируемом термоциклере «Терцик» («ДНК-технология», Россия). Для амплификации участков использовали праймеры (табл. 1):

Таблица 1. **Праймеры для амплификации генов GH и TG5**

Ген-маркер	Последовательность праймера	Размер амплифицированного фрагмента
GH	F: 5’-gct-gct-cct-gag-ggc-cct-tcg-3’	
	R: 5’-gcg-gcg-gca-ctt-cat-gac-cct-3’	223
TG5	F: 5’-ggg-gat-gac-tac-gag-tat-gac-tg-3’	
	R: 5’-gtg-aaa-atc-ttc-tgg-agg-ctg-ta-3’	548

ПЦР-программа: 1) для гена GH: «горячий старт» 5 мин при +95 ºС; 35 циклов: денатурация – 45 с при +94 ºС, отжиг – 45 с при +65 ºС, синтез – 45 с при +72 ºС; достройка – 7 мин при +72 ºС;

2) для гена TG5: «горячий старт» – 4 мин при +94 ºС; 35 циклов: денатурация – 60 с при +94 ºС, отжиг – 60 с при +62 ºС, синтез – 60 с при +72 ºС; достройка – 4 мин при +72 ºС.

Для рестрикции амплифицированных участков генов использовали эндонуклеазы: GH-AluI, TG5-BstX2I. Расщепление продуктов проводили при +37 ºС, генотипы идентифицировали методом гель-электрофорез с визуализацией под УФ-светом. Идентификация продуктов для гена соматотропина: GH^{VV} – 223 п. н.; GH^{LV} – 223, 171, 52 п. н.; GH^{LL} – 171, 52 п. н. Для гена тиреоглобулина: $TG5^{TT}$ – 473, 75 п. н.; $TG5^{CT}$ – 473, 295, 178, 75 п. н.; $TG5^{CC}$ – 295, 178, 75 п. н.

Полиморфизм гена CAPN1 диагностировали на анализаторе нуклеиновых кислот АНК-32, используя набор реагентов «CAPN1-Детект», который предназначен для выявления бинарной SNP-мутации C316G в пробах ДНК методом ПЦР в реальном времени с использованием аллель-специфичных зондов (ООО «Синтол», Россия).

Программа амплификации гена кальпаина: 1 ступень – 200 с при +95 ºС – 1 цикл; 2 ступень – 50 с при +62 ºС – 50 циклов; 3 ступень – 20 с при +95 ºС – 50 циклов.

Оборудование и технические средства. Пробирки с ЭДТА (10 мл); набор реагентов «DIAtom^{tm} DNA Prep» (IsoGeneLab, Москва, Россия) для выделения ДНК из крови; набор GenePak^{tm} PCR Core (IsoGene Lab, Москва, Россия) для проведения ПЦР; термоциклер «Терцик» («ДНК-технология», Россия); анализатор нуклеиновых кислот АНК-32; набор реагентов «CAPN1-Детект»; аллель-специфичные зонды (ООО «Синтол», Россия).

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали офисный программный комплекс «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Частоту встречаемости генотипов определяли по формуле:

$$p=n/N,$$

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

Частоту встречаемости аллелей определяли по формуле:

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

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

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

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

Оценку избытка гетерозигот (коэффициент Селендера) рассчитывали:

$$D=\frac{H_o-H_e}{H_e},$$

где H_o и H_e – наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность.

Эффективное число аллелей рассчитывали:

$$N_e=\frac{1}{1-H_e}$$

Соответствие наблюдаемых и ожидаемых генотипов проверяли методом хи-квадрат (χ^2).

Результаты исследования.

Генетическая характеристика создаваемого высокопродуктивного стада протестирована по 3 ДНК-маркерам, сопряжённым с мясной продуктивностью (нежностью и мраморностью говядины, интенсивностью роста). При этом установлено неодинаковое соотношение генотипов в разрезе половозрастной группы (табл. 2). Так, по гену-маркеру кальпаина частота желательного генотипа CC варьировала в пределах от 0,03 до 0,12, при максимальной концентрации в группе бычков. Гомозиготный GG вариант гена CAPN1 отличался гораздо большей встречаемостью на уровне 0,69-0,77 преимущественно у тёлок.

В среднем наибольшее поголовье тестируемых животных являлись носителями гомозиготного генотипа GG локуса гена кальпаина – 73,9 %, что значительно превышало количество особей с CC-вариантом (на 67,4 %) и гетерозиготный молодняк (на 54,3 %).

Наиболее желательная для производства нежной говядины C-аллель гена CAPN1 с большей частотой встречалась в выборке бычков – 0,22. У тёлок концентрация изучаемой аллели была на 9 % ниже. Максимальная встречаемость в локусе кальпаина установлена по G-аллели.

Оценка дифференциации животных создаваемого стада по гену гормона роста (GH) показала низкое распространение животных с желательным генотипом VV. При этом в группе тёлок данный вариант отсутствовал. В то время как среди бычков частота встречаемости генотипа VV составляла 0,06. Однако следует отметить наличие довольно значительного поголовья гетерозиготных животных, которое варьировало в пределах 37-56 %. В среднем по исследуемому стаду гетерозиготный вариант гена гормона роста встречался у 43,5 % особей. Существенные различия выявлены по концентрации LL-генотипа в разрезе половой группы. Так, превосходство тёлок-носителей относительно бычков достигало 25 %.

Таблица 2. **Генетическая характеристика помесного молодняка калмыцкая×абердин-ангусская 2-го поколения**

Ген-маркер	Группа	Частота встречаемости генотипа			Частота встречаемости аллеля		χ^2
		CC	**CG**	**GG**	**C**	**G**	
CAPN1	Бычки (n=16)	0,12	0,19	0,69	0,22	0,78	3,27
	Тёлки (n=30)	0,03	0,20	0,77	0,13	0,87	0,564
	Итого (n=46)	0,065	0,196	0,739	0.163	0.837	3,592
		VV	**LV**	**LL**	**V**	**L**	
GH	Бычки (n=16)	0,06	0,56	0,38	0,34	0,66	0,99
	Тёлки (n=30)	0	0,37	0,63	0,18	0,82	1,549
	Итого (n=46)	0,022	0,435	0,543	0,239	0,761	1,737
		TT	**CT**	**CC**	**T**	**C**	
TG5	Бычки (n=16)	0,06	0,38	0,56	0,25	0,75	0,000072
	Тёлки (n=30)	0,07	0,33	0,60	0,23	0,77	0,144
	Итого (n=46)	0,065	0,348	0,587	0,239	0,761	0,0926

Частота встречаемости аллелей в локусе гена GH также определялась половой принадлежностью молодняка создаваемого стада. Наиболее желательным для селекционных целей аллельным соотношением отличалась группа бычков. Так, концентрация носителей V-аллеля у них была выше по сравнению со сверстницами на 16 %. Однако следует отметить, что в целом по стаду встречаемость L-аллеля в локусе гена гормона роста преобладала над V-вариантом на 52,2 %.

В отличие от ДНК-маркеров CAPN1 и GH соотношение генотипов по гену тиреоглобулина (TG5) в разрезе половых групп было на одном уровне. Частота встречаемости желательного гена локуса $TG5^{TT}$ в среднем по молодняку составила всего 6,5 %, что ниже на 52,2 % альтернативного варианта CC. Однако наличие 34,8 % носителей гетерозиготного генотипа даёт возможность проводить селекцию создаваемого стада.

В целом генофонд перспективного типа мясного скота насыщен C-аллелем в локусе гена тиреоглобулина. Частота встречаемости T-аллеля составляла минимальную долю – 0,239.

В отношении показателей ожидаемой гетерозиготности (H_e) в изученных ДНК-маркерах мясной продуктивности отмечаются некоторые особенности (табл. 3). Так, генное равновесие сохраняется только по гену тиреоглобулина, о чём свидетельствует соотношение наблюдаемых генотипов и теоретически ожидаемых в соответствии с законом Харди-Вайнберга.

Таблица 3. **Характеристика полиморфизма генов-маркеров CAPN1, GH, TG5 у молодняка калмыцкая×абердин-ангусская 2-го поколения**

Ген-маркер	Ожидаемая гетерозиготность (H_e)			Эффективное число аллелей (N_e)			Оценка избытка гетерозигот (D)		
	бычки	**тёлки**	**среднее**	**бычки**	**тёлки**	**среднее**	**бычки**	**тёлки**	**среднее**
CAPN1	0,343	0,226	0,273	1,523	1,292	1,375	-0,446	-0,116	-0,282
GH	0,449	0,295	0,364	1,814	1,419	1,572	0,248	0,253	0,196
TG5	0,375	0,354	0,364	1,600	1,548	1,572	0,013	-0,068	-0,043

Исследованиями установлено некоторое отклонение от равновесного распределения частот генотипов по локусу кальпаина по всем половозрастным группам. Однако достоверное нарушение генного равновесия отмечается в группе бычков (χ^2=3,27) и в целом по выборке (χ^2=3,592). В локусе гена гормона роста рассчитанные отклонения наблюдаемых частот генотипов и теоретически ожидаемых не достигали достоверного уровня значимости.

Для более детальной оценки нарушений в равновесном распределении был изучен коэффициент Селендера, характеризующий соотношение наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности.

Так, значительный дефицит гетерозигот отмечался в локусе гена CAPN1, составляющий в зависимости от пола животных 0,116-0,446, при максимуме в группе бычков. В среднем по этому маркеру недостаток гетерогенности составлял 0,282. Избыточная частота гетерозигот установлена в гене гормона роста, которая в среднем достигала 0,196.

В ходе генотипирования ремонтных бычков выявлены носители (n=4) перспективных генотипов. Так, бычки с индивидуальными номерами 2845 и 3058 имеют гомозиготный генотип (желательный CC) по маркеру CAPN1 и гетерозиготные – по маркерам GH и TG5. Кроме того, бычок № 4246 является гомозиготным носителем (желательного TT) маркера TG5 и гетерозиготным – по GH, а бычок № 2849 – гомозиготным (VV) по гену GH и гетерозиготным по гену CAPN1. При организации заказного подбора при условии интенсивного использования ремонтных бычков повышается вероятность увеличения частоты встречаемости желательных аллелей изучаемых ДНК-маркеров в создаваемой популяции мясного скота.

Обсуждение полученных результатов.

В последнее время селекция, основанная на генетических маркерах хозяйственно-полезных признаков, широко внедряется в мясное скотоводство. Генотипированы животные большинства мясных пород в стадах разных регионов страны [10-13]. Однако наши исследования впервые затрагивают вопрос полиморфизма генов-маркеров мясной продуктивности (CAPN1, GH, TG5) в помесном стаде, созданном на основе объединения генотипов отечественного калмыцкого скота и красных ангусов американской селекции.

При генотипировании создаваемого высокопродуктивного стада по генам-маркерам соматотропина (GH) и тиреоглобулина (TG5) нами установлена сравнительно невысокая частота встречаемости «желательных» аллелей V и T (0,239). В свою очередь в исследованиях полиморфизма гена TG5 у калмыцкой и абердин-ангусской пород концентрация аллельного варианта T составляла 0,295 и 0,136 [14]. Таким образом, взаимодействие генотипов при межпородном скрещивании привело к образованию промежуточного варианта, приближающегося по частоте желательного аллеля маркера TG5 к улучшаемой калмыцкой породе. Аналогичная тенденция отмечается в наследовании гена GH у помесей от родительских пород. Так, у калмыцких и ангусских животных встречаемость аллеля V составляла 0,079 и 0,259 соответственно [15]. Генотипирование помесного поголовья молодняка выявило промежуточную концентрацию (0,239) в локусе гена гормона роста.

Выводы.

Проведённые исследования позволили оценить генетическую структуру создаваемого высокопродуктивного типа мясного скота на основе взаимодействия наследственности калмыцкого скота и породы красный ангус американской селекции. Определены кандидаты в родоначальники генеалогических линий на основе желательных генотипов. Их интенсивное использование в воспроизводстве стада позволит увеличить частоту встречаемости желательных генотипов по маркерам, ассоциированным с мясной продуктивностью и качеством говядины.

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

Литература

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

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

3. Полиморфизм по генам соматотропина, пролактина, лептина, тиреоглобулина быков-производителей / С.В. Тюлькин, Т.М. Ахметов, Э.Ф. Валиуллина, Р.Р. Вафин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. № 4/2. С. 1008-1011.

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

5. The association of CAPN1, CAST, SCD, and FASN polymorphisms with beef quality traits in commercial crossbred cattle in the Czech Republic / K. Kaplanova, A. Dufek, E. Drackova, J. Simeonova, J. Subrt // Czech Journal of Animal Science. 2013. V. 58. P. 489-496.

6. Effects of calpastatin and micro-calpain markers in beef cattle on tenderness traits / E. Casas, S.N. White, T.L. Wheeler, S.D. Shackelford, M. Koohmaraie, D.G. Riley, C.C. Jr. Chase, D.D. Johnson, T.P.L. Smith // Journal of Animal Science. 2006. 84. P. 520-525.

7. Jennifer L.G., Stephen C.B., McCorquodale C. Association of selected SNP with carcass and taste panel assessed meat quality traits in a commercial population of Aberdeen Angus-sired of cattle // Genetic Selection Evolution. 2009. 14. P. 36.

8. Evaluation of single-nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle / B.T. Page, E. Casas, M.P. Heaton, N.G. Cullen, D.L. Hyndman, C.A. Morris, A.M. Crawford, T.L. Wheeler, M. Koohmaraie, J.W. Keele, M.E. Dikeman, T.P.L. Smith // Journal of Animal Science. 2002. 80(12). P. 3077-3085.

9. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits / A.L. Van Eenennaam, J. Li, R.M. Thallman, R.L. Quaas, M.E. Dikeman, C.A. Gill, D.E. Franke, M.G. Thomas // Journal of Animal Science. 2007. 85. P. 891-900.

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

11. Полиморфизм генов bGH, RORC и DGAT1 у мясных пород крупного рогатого скота России / И.Ф. Горлов, А.А. Федюнин, Д.А. Ранделин, Г.Е. Сулимова // Генетика. 2014. Т. 50. № 12. С. 1448-1454.

12. Характеристика генофондов российских мясных пород крупного рогатого скота с использованием межмикросателлитного анализа ДНК (ISSR-анализ) / Г.Е. Сулимова, В.Н. Воронкова, А.В. Перчун, И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, Е.Ю. Злобина // Генетика. 2016. Т. 52. № 9. С. 1081-1088.

13. Характеристика аллелофонда крупного рогатого скота некоторых мясных пород, разводимых на территории Южного Урала и Западной Сибири / Е.А. Гладырь, Н.А. Зиновьева, Д.Б. Косян, В.В. Волкова, Г.М. Гончаренко, В.А. Солошенко, А.П. Карпов, Л.К. Эрнст, Г. Брем // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 3. С. 61-63.

14. Сурундаева Л.Г. Аллельный полиморфизм гена тиреоглобулина у крупного рогатого скота мясных пород // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 47-53.

15. Сурундаева Л.Г. Сравнительный анализ генетической структуры популяций крупного рогатого скота мясных пород по полиморфным вариантам генов гормонов соматотропина и тиреоглобулина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 47-53.

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: nazkalms@mail.ru

Дунин Иван Михайлович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела», 141212, Московская область, Пушкинский район, п. Лесные Поляны, ул. Ленина, тел.: 8(495)515-95-57, e-mail: vniiplem@mail.ru

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

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

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.: 8-912-358-96-17, e-mail: kserev_1976@mail.ru

Баринов Василий Эрдниевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры аграрных технологий и переработки сельскохозяйственной продукции, ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова», 358011, Республика Калмыкия, г. Элиста, 5 микрорайон, учебный корпус № 4, тел.: 8(84722)3-90-37, e-mail: kafedraTehnolod@yandex.ru

Поступила в редакцию 9 ноября 2018 года

UDC 636.082:591.11

Kayumov Foat Galimovich[1], Dunin Ivan Mikhaylovich[2], Selionova Marina Ivanovna[3], Gerasimov Nikolai Pavlovich[1], Tretyakova Ruzia Foatovna[1], Barinov Vasily Erdnievich[4]

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

[2] FSBSI «All-Russian Research Institute of Breeding Work», e-mail: priemnaya@vniiok.ru

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

[4] FSBEI HE «Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov»,
e-mail: kafedraTehnolod@yandex.ru

Analysis of CAPN1, GH and TG5 polymorphism in young stock when crossing Kalmyk and Red Angus breed

Summary. The use of genetic markers in beef cattle breeding will ensure an increase in the efficiency of breeding by increasing the accuracy of assessing the genetic potential of productivity and shortening the generation interval. The purpose of the study was to research the polymorphism of CAPN1, GH and TG5 genes in young animals of the type created based on the combination of Kalmyk and Red Angus genotypes of American selection. The experimental population of bulls and heifers was kept in the conditions of LLC «Agrofirm «Aduchi» of the Republic of Kalmykia. The largest population of test animals was carriers of the homozygous GG genotype of the calpain gene locus – 73.9 %, which significantly exceeded the number of individuals with the CC-variant (by 67.4 %) and heterozygous young cattle (by 54.3 %). Evaluation of animal's differentiation of the created herd by growth hormone (GH) gene revealed low distribution of animals with the desired VV genotype (0.022). In general, in the herd, the occurrence of L-allele in the growth hormone gene locus prevailed over the V-variant by 52.2 %. The frequency of the desired gene of $TG5^{TT}$ locus was, on average, in young stock only 6.5 %, which is 52.2 % lower than the alternative CC-variant. However, the presence of 34.8 % of heterozygous genotype allows to perform selection of the created herd. Performed studies allowed to evaluate genetic structure of the highly productive type of beef cattle created based on the interaction of the heredity of Kalmyk and Red Angus breed of American selection. Candidates for the pioneers of genealogical lines are identified based on the desired genotypes. Their intensive use in the herd reproduction will allow to increase the frequency of the desired genotypes by markers associated with beef productivity and quality.

Key words: beef cattle, bulls, heifers, Kalmyk, Red Angus, crossbreed, genotype, allele, marker.

УДК 591.8:636.22/.28.082.13

SIRT3, SIRT1 как потенциальные гены-кандидаты регуляции липидного обмена у крупного рогатого скота (обзор)

Е.А. Русакова, Д.Б. Косян, С.А. Мирошников

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

Аннотация. В статье представлены литературные данные о результатах использования современных методов маркер-ассоциированной селекции (MAS) в животноводстве. Обсуждаются направления увеличения их эффективности, в частности, путём выявления геномных мишеней естественного отбора, усложняющих выявление геномных элементов, полиморфизм которых непосредственно связан с изменчивостью хозяйственно-ценных признаков. В обзоре даётся подробный анализ материалов исследований, связанных с изучением семейства белков сиртуинов, их роли в процессе подавления работы генов, ответственных за репарацию ДНК, ограничение калорийности, метаболизм, в том числе в связи с экспрессией генов SIRT1 и SIRT3. Анализ литературных данных выявил полиморфизм гена SIRT1 в связи с изменениями ростовых параметров и качества мяса у крупного рогатого скота, в частности, липидного обмена; точечная мутация в каталитическом домене гена SIRT3 (rs11246020) кодирует замещение валина на изолейцин в положении 208 и тесно связана с метаболическими процессами экспрессии гена. SIRT1 способствует активации процессов глюконеогенеза в печени, окислению жирных кислот в мышцах и мобилизации жира в жировой ткани, поэтому этот ген способен регулировать выработку глюкозы в печени из глицерина, поступающего из жировой ткани, таким образом обеспечивая себе одну из основных ролей в липидном обмене. В целом анализ литературных данных показал, что гены SIRT1 и SIRT3 оказались жизненно важными метаболическими регуляторами, в том числе жирового метаболизма, что определяет перспективы их использования в ген-маркерной селекции.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, ген SIRT3, ген SIRT1, маркер-ассоциированная селекция, регуляция, липидный обмен.

Введение.

Маркер-вспомогательная селекция (MAS) играет важную роль в успешном анализе генома крупного рогатого скота [1-3].

В племенном животноводстве оценка экономической ценности животных является одной из главных целей совершенствования [4]. При этом достижение желаемого сегодня трудно представить только через реализацию традиционных методов селекции. В этой связи подход с использованием генов-кандидатов является очень полезным методом анализа взаимосвязи между полиморфизмом генов и важными экономическими признаками у сельскохозяйственных животных [5]. Показано, что многие гены связаны с ростом [6], продуктивностью [7] и качественными признаками мяса [8].

Одним из таких генов является семейство сиртуинов, связанных с энергетическим метаболизмом. Они локализованы в ядре, их экспрессия обнаружена у многих организмов, в том числе у человека [9]. В прошлом десятилетии семейство белков сиртуинов было изучено обширно с целью понимания их роли в процессе подавления работы генов, ответственных за репарацию ДНК, регуляцию клеточного цикла, ограничение калорийности, метаболизм и процесс старения, а также для уточнения каталитического механизма, с помощью которого эти энзимы используют НАД+ по отношению к их структуре [10-12]. Было доказано, что сиртуины повсеместно экспрессируются в различных тканях человека [13, 14], мышей [15, 16], крыс [17], и свиней [18, 19]. Y. Ghinis-Hozumi, A. González-Gallardo, L. González-Dávalos и другие учёные оценили экспрессию генов SIRT1 и SIRT3 методом ПЦР в реальном времени и определили их как представителей сиртуинов, имеющих большое значение для контроля метаболизма. Исследователи проанализировали их экспрес-

сию в основных тканях, участвующих в метаболизме крупного рогатого скота (печень, мышцы и жировая ткань), а также на различных стадиях развития (телята и быки). SIRT1 у КРС высоко экспрессируется в печени, затем в жировой ткани и, в меньшей степени, в мышцах [20].

Xu Y. сообщил, что найдены новый SNP гена SIRT1 (rs3758391) и его взаимосвязи с возрастными заболеваниями, развитием когнитивных функций и долголетием у людей [21]. Ardlie K.G. было проведено исследование, в котором участвовали 535 мужчин; изучалась взаимосвязь между наличием гена SIRT1 и толерантностью к глюкозе, установлено, что носители мутантного аллеля гена SIRT1 (rs12778366) имели достоверно сниженный риск смертности по сравнению с нормальным типом аллелей [22]. Точечная мутация в каталитическом домене гена SIRT3 (rs11246020) кодирует замещение валина на изолейцин в положении 208 и тесно связана с метаболическими процессами [23]. Анализируя продолжительность жизни, соответствующую маркеру G477T гена SIRT3, было установлено, что у мужчин с генотипом TT продолжительность жизни была выше по сравнению с женщинами. Наличие генотипа GT уменьшало продолжительность жизни у пожилых людей [24].

Полиморфизм гена SIRT1 может влиять на изменение ростовых параметров и качества мяса у крупного рогатого скота, в частности, липидный обмен. Отложение жира является основным средством накопления энергии у млекопитающих и зависит от скорости синтеза липидов и катаболизма, на которые в основном влияют генетика, рацион питания, условия содержания и факторы окружающей среды [25]. Жировая ткань млекопитающих в основном существует в четырёх формах: подкожный, висцеральный, межмышечный и внутримышечный жиры [26], из которых внутримышечный жир окружает мышечные волокна и локализован в основном в фасциях и внутримышечной плёнке. Более высокие уровни отложения жира приводят к более высоким показателям мраморности мяса, что в значительной степени влияет как на сорт говядины, так и на экономическую ценность [27]. Поэтому важно как для исследований, так и для производства говядины изучить механизмы отложения жира в целях улучшения качества мясной продукции [28]. Недавние исследования показали, что примерно 20 % всех митохондриальных белков регулируются геном SIRT3, ответственным за ацетилирование лизина [29]. Это важная митохондриальная белковая деацетилаза, преимущественно локализованная в митохондриальном матриксе, опосредует функцию митохондрий [30]. Ограничение калорийности активирует экспрессию гена SIRT3 в коричневых адипоцитах H1B1B, стимулирует фосфорилирование связывающих белков (CREB) как элементов реакции синтеза цАМФ и активирует промотор PGC-1α, который снижает продукцию активных форм кислорода [31]. Снижение активности гена SIRT3 в клетках HepG2 изменяет фосфорилирование аденозинмонофосфат протеинкиназы (АМПК), подавляя её активность, что приводит к увеличению количества внутриклеточных капель жира [32]. В эксперименте на мышах выявлено, что недостаток экспрессии гена SIRT3 приводит к активации JNK, нарушению инсулиновой сигнализации и снижению потребления кислорода, что приводит к окислительному стрессу в скелетных мышцах [33]. Подобная функция гена SIRT3 приводит к изменению работы печени, накоплению липидов и снижению уровня окисления пальмитата. Эти изменения сопровождаются высоким уровнем ацетилирования длинноцепочечной ацил-КоА-дегидрогеназы (ДКАД) – ключевого фермента, участвующего в окислении жирных кислот [34]. Кроме того, мыши с «нокаутным» геном SIRT3 демонстрируют более высокие уровни интермедиатов окисления жирных кислот и более низкие уровни АТФ во время голодания по сравнению с мышами дикого типа [35]. В совокупности эти результаты показывают, что ген SIRT3 играет решающую роль в энергетическом метаболизме и гомеостазе активных форм кислорода.

Предыдущие исследования показали, что точечные мутации в промоторах встречаются чаще, чем в кодирующих областях гена, что, по крайней мере, частично объясняет множественные функции гена [36]. Linsheng G., Jieyun H., Sayed H. Abbas R. и Linsen Z. проанализировали потенциальные вариации в промоторных областях гена SIRT3 у трёх китайских мясных пород крупного рогатого скота и изучили генетическое воздействие этих гаплотипов на транскрипцию гена SIRT3 и отложение жира. Это исследование даёт понятие о регуляторных механизмах гена SIRT3, которые могут быть использованы в молекулярном маркерном отборе крупного рогатого скота [37].

Известно, что экспрессия гена SIRT1 способствует активации процессов глюконеогенеза в печени [38], окислению жирных кислот в мышцах [39] и мобилизации жира в жировой ткани [40]; поэтому этот ген способен регулировать выработку глюкозы в печени из глицерина, поступающего из жировой ткани, таким образом обеспечивая себе одну из основных ролей в липидном обмене, тогда как в мышцах он регулирует окислительный метаболизм. Ген SIRT3 у КРС выражен в мышцах, печени и жировой ткани в меньшем количестве. Известно, что ген SIRT3 регулирует функцию митохондрий [41] и поддерживает базальную концентрацию АТФ [42] в печени, мышцах и жировой ткани, но в последней, как известно, их экспрессия снижается [43]. По сравнению с данными по другим видам [44], профили по регуляции экспрессии генов SIRT1 и SIRT3 у крупного рогатого скота весьма различны, главным образом потому, что у других видов оба типа сиртуинов более выражены в печени, чем в мышечной и жировой тканях. Эти результаты могут быть объяснены первичными метаболическими различиями между видами жвачных и нежвачных животных; жвачные поддерживают концентрацию глюкозы в крови в основном за счёт активного глюконеогенеза [45], в то время как у нежвачных видов глюконеогенез активируется только при дефиците энергии [46]. В процессе глюконеогенеза синтез глюкозы происходит из неуглеводных соединений, таких как глицерол и аминокислоты. У жвачных животных основными источниками глюконеогенеза являются пропионат, который поступает из рубца, и глицерин, который поступает из жировой ткани, тогда как у нежвачных животных, основными субстратами являются аминокислоты и лактат, обеспечиваемый работой мышц [47]. В случае жвачных животных вопрос заключается в том, способствует ли происходящий глюконеогенез экспрессии сиртуинов или, наоборот, способствует ли экспрессия сиртуинов глюконеогенезу.

Помимо различий, связанных с типом ткани, экспрессия сиртуинов изменяется с возрастом [48, 49]. Отмечено, что общий отличительный профиль регуляции развития экспрессии гена SIRT3 у крупного рогатого скота был выше у взрослых особей, чем у молодняка. Относительно гена SIRT1, наоборот, изменения в уровне экспрессии у взрослой особи были тканеспецифичными: уменьшение в бедренной мышце по сравнению с икроножной, но увеличение в жировой ткани взрослой особи, чем в жировой ткани телёнка. Изменения в развитии, наблюдаемые в печени, были менее выраженными, но демонстрировалось увеличение уровня экспрессии генов в печени телят. Согласно данным R.E. Howarth и других учёных, функционально рубец ответственен за снижение уровня окисления глюкозы в печени и мышцах за счёт увеличения гликогенной ёмкости печени и снижения гликогенной ёмкости мышц, а также обеспечивает высокую активность синтеза соответствующих ферментов в жировой ткани [50].

Таким образом, можно объяснить различия в экспрессии генов SIRT1 и SIRT3 у взрослых особей КРС и телят. Телята, использованные в ходе исследования, употребляющие молоко только дважды или трижды перед эвтаназией, проходят умеренный период голодания. В результате выявлено, что ген SIRT1, вероятно, способствует окислению жирных кислот и дыханию митохондрий в печени и мышцах, в то время как небольшое количество жировой ткани у телят может объяснить снижение экспрессии в жировой ткани, которая на самом деле может быть обусловлена его базовой экспрессией. С другой стороны, ген SIRT3, вероятно, участвовал в регуляции энергетического гомеостаза в печени и мышцах, при этом профиль, который был обнаружен в жировой ткани, был также базовой экспрессией семейства белков сиртуинов. Тем не менее даже при наличии метаболических различий между взрослыми особями и телятами существует вероятность того, что эти результаты были обусловлены не возрастными, а породными эффектами, поскольку исследования протеомного картирования продемонстрировали дифференциальную экспрессию генов из пород крупного рогатого скота, отобранных для молочных и мясных целей [51].

SIRT3 играет ключевую роль в регуляции окислительного стресса, метаболической активности, митохондриального биогенеза, продукции АТФ и циклов лимонной кислоты и мочевины [52]. Он контролирует несколько ключевых метаболических путей с помощью деацетилаз и активирует большое количество митохондриальных ферментов [53]. Между тем SIRT3 может подавлять генерацию активных форм кислорода путём деацетилирования и активации FOXO3, что уве-

личивает транскрипцию генов антиоксидантов в стимулированных клетках [54]. Снижение SIRT3 может увеличить количество внутриклеточных липидных капель, препятствовать сигналам инсулина и снижению потребления кислорода [55]. Ген SIRT3 играет решающую роль в регулировании липидного обмена, пролиферации клеток и метаболизма, является потенциальным геном-кандидатом, связанным с полезными сельскохозяйственными признаками.

На сегодняшний день большинство исследований сосредоточено на выявлении полиморфизмов и оценки их связи в рамках этих генов. Например, было продемонстрировано, что полиморфизмы в генах SIRT1 и SIRT3 влияют на рост пожилых японцев [56], черты измерения тела крупного рогатого скота Nanyang и Qinchuan [57]. Методом количественной ПЦР был определён уровень экспрессии SIRT3 в ряде органов и тканей КРС. Результаты показывают, что SIRT3 широко экспрессировался во всех исследуемых тканях и органах, что согласуется с результатами у других видов, включая человека [58] и мышей [59]. Эти результаты показывают, что SIRT3 играет ключевую роль в развитии, пролиферации клеток и процессе роста крупного рогатого скота. Распределение SIRT3 в тканях аналогично распределению у быков голштинской породы [60], хотя картина экспрессии SIRT3 у крупного рогатого скота породы Циньчуань несколько отличается. У голштинских быков экспрессия SIRT3 была больше в мышцах, чем в печени. K.J. Livak и T.D. Schmittgen не выявили разницы в экспрессии SIRT3 между этими двумя тканями. Эти контрастные результаты могут быть обусловлены межпородными вариациями [61]. В целом SIRT3 является важным метаболическим регулятором, особенно для процесса окисления липидов и поддержания энергетического баланса.

Но до сих пор мало исследований об обнаружении и оценке генетического эффекта генов SIRT1 и SIRT3 у крупного рогатого скота. C. Gille и C. Frömmel выявили новые варианты генов SIRT1 и SIRT3 у 955 голов крупного рогатого скота, принадлежащих к пяти породам, а также оценили их влияние на полезные сельскохозяйственные признаки, что важно для применения MAS в животноводстве [62]. Кроме того, был установлен тканеспецифичный, регулируемый профиль уровня экспрессии для генов SIRT1 и SIRT3. Учитывая ключевую регуляторную роль белков сиртуинов в метаболизме, о которой сообщается у других видов, и в свете исследований на КРС, в ближайшем будущем необходим дальнейший анализ экспрессии, функции и роли сиртуинов в регуляции высокодифференциального метаболизма крупного рогатого скота.

В целом анализ литературных данных показал, что гены SIRT1 и SIRT3 оказались жизненно важными метаболическими регуляторами, в том числе жирового метаболизма, что определяет перспективы их использования в ген-маркерной селекции.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0011)

Литература

1. Haplotype distribution in the class I sirtuin genes and their associations with ultrasound carcass traits in Qinchuan cattle (Bos taurus) / L. Gui, R. Hao, Y. Zhang, X. Zhao, L. Zan // Mol. Cell. Probes. 2016. Vol. 29. P. 167-171.

2. Application of mathematical expectation (ME) strategy for detecting low frequency mutations: an example for evaluating 14 bp insertion/deletion (indel) within the bovine PRNP gene / Q. Yang, S. Zhang, L. Liu, X. Cao, C. Lei, X. Qi, F. Lin, W. Qu, X. Qi, J. Liu, R. Wang, H. Chen, X. Lan // Prion. 2016. No. 10 P. 409-419.

3. NRF1 and ZSCAN10 bind to the promoter region of the SIX1 gene and their effects body measurements in Qinchuan cattle / D.W. Wei, L.S. Gui, H.A. Raza, S. Zhang, R. Khan, L. Wang, H.F. Guo, L.S. Zan // Sci Rep. 2017. No. 7. P. 7867-7873.

4. Q. Zhong, R.A. Kowluru Epigenetic changes in mitochondrial superoxidedismutase in the retina and the development of diabetic retinopathy // Diabetes. 2011. No. 60. P. 1304-1313.

5. Genomic selection of purebred animals for crossbred performance in the presence of dominant gene action / J. Zeng, A. Toosi, R.L. Fernando, J.C. Dekkers, D.J. Garrick // Genet. Sel. Evol. 2013. Vol. 26. P. 45-51.

6. Yoshino J., Imai S. Mitochondrial SIRT3: a new potential therapeutic target for metabolic syndrome // Mol. Cell. 2011. No. 44. P. 170-171.

7. Nei M., Roychoudhury A.K. Sampling variance of heterozygosity and genetic distance // Genetics. 1974. No. 76. P. 379-390.

8. Callaway T.R., Edrington T.S., Nisbet D.J. Meat Science and Muscle Biology Symposium: ecological and dietary impactors of foodborne pathogens and methods to reduce fecal shedding in cattle // J. Animal Sci. 2014. No. 92. P. 1356-1365.

9. Javadov S., Escobales N. The role of SIRT3 in mediating cardioprotective effects of RAS inhibition on cardiac ischemia-reperfusion // J. Pharm. Pharm. Sci. 2015. No. 18. P. 547-550.

10. Sirtuins: The 'magnificent seven,' function, metabolism and longevity / N. Dali-Youcef, M. Lagouge, S. Froelich, C. Koehl, K. Schoonjans, J. Auwerx // Ann. Med. 2007. No. 39. P. 335-345.

11. Function of sirtuins in biological tissues / B. Shoba, Z.M. Lwin, L.S. Ling, B.H. Bay, G.W. Yip, S.D. Kumar // Anat. Rec. (Hoboken). 2009. No. 292. P. 536-543.

12. Imai S., Guarente L. Ten years of NAD-dependent SIR2 family deacetylases: Implications for metabolic diseases // Trends Pharmacol. Sci. 2010. No. 31. P. 212-220.

13. Frye R.A. Characterization of five human cDNAs with homology to the yeast SIR2 gene: Sir2-like proteins (sirtuins) metabolize NAD and may have protein ADP-ribosyltransferase activity // Biochem. Biophys. Res. Commun. 1999. No. 260. P. 273-279.

14. SIRT3, a human SIR2 homologue, is a NADdependent deacetylase localized to mitochondria / P. Onyango, I. Celic, J.M. McCaffery, J.D. Boeke, A.P. Feinberg // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2002. No. 99. P. 13653-13658.

15. Saunders L.R., Verdin E. Sirtuins: Critical regulators at the crossroads between cancer and aging // Oncogene. 2007. No. 26. P. 5489-5504.

16. Tissue-specific regulation of SIRT1 by calorie restriction / D. Chen, J. Bruno, E. Easlon, S.-J. Lin, H.-L. Cheng, F.W. Alt, L. Guarente // Genes Dev. 2008. No. 22. P. 1753-1757.

17. Calorie restriction promotes mammalian cell survival by inducing the SIRT1 deacetylase / H.Y. Cohen, C. Miller, K.J. Bitterman, N.R. Wall, B. Hekking, B. Kessler, K.T. Howitz, M. Gorospe, R. de Cabo, D.A. Sinclair // Science. 2004. No. 305. P. 390-392.

18. Molecular cloning and characterization of porcine sirtuin genes / D. Jin, H.J. Tan, T. Lei, L. Gan, X.D. Chen, Q.Q. Long, B. Feng, Z.Q. Yang // Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol. 2009. No. 153. P. 348-358.

19. Porcine sirtuin 1 gene clone, expression pattern, and regulation by resveratrol / T. Shan, Y. Wang, T. Wu, C. Liu, J. Guo, Y. Zhang, J. Liu, Z. Xu. // J. Anim. Sci. 2009. No. 87. P. 895-904.

20. Bovine sirtuins: Initial characterization and expression of sirtuins 1 and 3 in liver, muscle, and adipose tissue / Y. Ghinis-Hozumi, A. González-Gallardo, L. González-Dávalos, A. Antaramian, F. Villarroya, A. Shimada, A. Varela-Echavarría, O. Mora // Journal of Animal Science. 2011. Vol. 89. Issue 8. P. 2529-2536.

21. Integrating haplotypes and single genetic variability effects of the Pax7 gene on growth traits in two cattle breeds / Y. Xu, Y. Zhou, N. Wang, X. Lan, C. Zhang // Genome. 2013. No. 56. P. 9-15.

22. Ardlie K.G., Kruglyak L., Seielstad M. Patterns of linkage disequilibrium in the human genome // Nat. Rev. Genet. 2002. No. 3. P. 299-309.

23. SIRT3 deficiency and mitochondrial protein hyperacetylation accelerate the development of the metabolic syndrome / M.D. Hirschey, T. Shimazu, E. Jing, C.A. Grueter, A.M. Collins // Mol. Cell. 2011. No. 44. P. 177-190.

24. Variability of the SIRT3 gene, human silent information regulator SIRT2 homologue, and survivorship in the elderly / G. Rose, S. Dato, K. Altomare, D. Bellizzi, S. Garasto // Exp. Gerontol. 2003. No. 28. P. 1065-1070.

25. Lipid metabolism, adipocyte depot physiology and utilization of meat animals as experimental models for metabolic research / M.V. Dodson, G.J. Hausman, L.L. Guan, M. Du, T.P. Rasmussen // J. Biol. Sci. 2010. No. 6. P. 691-699.

26. Intermuscular and intramuscular adipose tissues: bad vs. good adipose tissues / G.J. Hausman, U. Basu, M. Du, M. Fernyhough-Culver, M.V. Dodson // Adipocyte. 2014. No. 3. P. 242-255.

27. Meat Science and Muscle Biology Symposium: Escherichia coli O157:H7, diet, and fecal microbiome in beef cattle / J.E. Wells, M. Kim, J.L. Bono, L.A. Kuehn, A.K. Benson // J. Animal Sci. 2014. No. 92. P. 1345-1355.

28. Robinson D.L., Cafe L.M., Greenwood P.L. Meat Science and Muscle Biology Symposium: developmental programming in cattle: consequences for growth, efficiency, carcass, muscle, and beef quality characteristics // J. Animal Sci. 2013. No. 91. P. 1428-1442.

29. Cooper H.M., Spellbind J.N. The human SIRT3 protein deacetylase is exclusively mitochondrial // Biochem. J. 2008. No. 411. P. 279-285.

30. Li X., Kazgan N. Mammalian sirtuins and energy metabolism // J. Biol. Sci. 2011. No. 7. P. 575-587.

31. SIRT3, a mitochondrial sirtuin deacetylase, regulates mitochondrial function and thermogenesis in brown adipocytes / T. Shi, F. Wang, E. Stieren, Q. Tong // J. Biol. Chem. 2005. No. 280. P. 13560-13567.

32. Shi T., Fan G.Q., Xiao S.D. SIRT3 reduces lipid accumulation via AMPK activation in human hepatic cells // J. Dig. Dis. 2010. No. 11. P. 55-62.

33. Sirtuin-3 (SIRT3) regulates skeletal muscle metabolism and insulin signaling via altered mitochondrial oxidation and reactive oxygen species production Proc / E. Jing, B. Emanuelli, M.D. Hirschey, J. Boucher, K.Y. Lee // Natl. Acad. Sci. U. S. A. 2011. No. 108. P. 14608-14613.

34. Mouse SIRT3 attenuates hypertrophy-related lipid accumulation in the heart through the deacetylation of LCAD / T. Chen, J. Liu, N. Li, S. Wang, H. Liu // PLoS One. 2015. No. 10. P. 118-121.

35. SIRT3 regulates mitochondrial fatty-acid oxidation by reversible enzyme deacetylation / M.D. Hirschey, T. Shimazu, E. Goetzman, E. Jing, B. Schwer // Nature. 2010. Vol. 464. P. 121-125.

36. Finding the undiscovered roles of genes: an approach using mutual ranking of coexpressed genes and promoter architecture-case study: dual roles of thaumatin like proteins in biotic and abiotic stresses / T. Deihimi, A. Niazi, M. Ebrahimi, K. Kajbaf, S. Fanaee // Springerplus. 2012. No. 1. P. 30-35.

37. Genetic variants in SIRT3 transcriptional regulatory region affect promoter activity and fat deposition in three cattle breeds / G. Linsheng, H. Jieyun, H. Sayed, R. Abbas , Z. Linsen // Molecular and Cellular Probes. 2017. Vol. 32. P. 40-45.

38. Rodgers J.T., Puigserver P. Fasting-dependent glucose and lipid metabolic response through hepatic sirtuin 1 // Proc. Natl. Acad. Sci. 2007. No. 104. P. 12861-12866.

39. Metabolic control of muscle mitochondrial function and fatty acid oxidation through SIRT1/PGC-1α. / Z. Gerhart-Hines, J.T. Rodgers, O. Bare, C. Lerin, S.-H. Kim, R. Mostoslavsky, F.W. Alt, Z. Wu, P. Puigserver // EMBO J. 2007. No. 26. P. 1913-1923.

40. SIRT1 promotes fat mobilization in white adipocytes by repressing PPARγ / F. Picard, M. Kurtev, N. Chung, A. Topark-Ngarm, T. Senawong, R. Machado de Oliveira, M. Leid, M.W. McBurney, L. Guarente // Nature. 2004. No. 429. P. 771-776.

41. SIRT3 regulates mitochondrial fatty-acid oxidation by reversible enzyme deacetylation / M.D. Hirschey, T. Shimazu, E. Goetzman, E. Jing, B. Schwer, D.B. Lombard, C.A. Grueter, C. Harris, S. Biddinger, O.R. Ilkayeva, R.D. Stevens, Y. Li, A.K. Saha, N.B. Ruderman, J.R. Bain, C.B. Newgard, R.V. Farese Jr., F.W. Alt, C.R. Kahn, E. Verdin // Nature. 2010. No. 464. P. 121-125.

42. A role for the mitochondrial deacetylase SIRT3 in regulating energy homeostasis / B.H. Ahn, H.S. Kim, S. Song, I.H. Lee, J. Liu, A. Vassilopoulos, C.X. Deng, T. Finkel // Proc. Natl. Acad. Sci. 2008. No. 105. P. 14447-14452.

43. SIRT3, a mitochondrial sirtuin deacetylase, regulates mitochondrial function and thermogenesis in brown adipocytes / T. Shi, F. Wang, E. Stieren, Q. Tong // J. Biol. Chem. 2005. No. 280. P. 13560-13567.

44. Schmittgen T.D., Livak K.J. Analyzing real-time PCR data by the comparative CT method // Nat. Protoc. 2008. No. 3. P. 1101-1108.

45. Effects of fasting and diet on enzyme profiles in ovine liver and adipose tissue / R.J. Martin, L.L. Wilson, R.L. Cowan, J.D. Sink // J. Anim. Sci. 1973. No. 36. P. 101-106.

46. Nafikov R.A., Beitz D.C. Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals // J. Nutr. 2007. No. 137. P. 702-705.

47. Shimada A. Animal Nutrition // Ed. Trillas. Mexico City. 2003. No. 11. P. 19-25.

48. SIRT1 regulates aging and resistance to oxidative stress in the heart / R.R. Alcendor, S. Gao, P. Zhai, D. Zablocki, E. Holle, X. Yu, B. Tian, T. Wagner, S. F. Vatner, J. Sadoshima // Circ. Res. 2007. No. 100. P. 1512-1521.

49. Exercise training promotes SIRT1 activity in aged rats / N. Ferrara, B. Rinaldi, G. Corbi, V. Conti, P. Stiuso, S. Boccuti, G. Rengo, F. Rossi and A. Filippelli // Rejuvenation Res. 2008. No. 11. P. 139-150.

50. Howarth R.E., Baldwin R.L., Ronning M. Enzyme activities in liver, muscle, and adipose tissue of calves and steers // J. Dairy Sci. 1968. No. 51. P. 1270-1274.

51. Miarelli M., Signorelli F. Differential expression of liver proteins in Chianina and Holstein young bulls / // J. Anim. Sci. 2010. No. 88. P. 593-598.

52. Genetic variants in SIRT3 transcriptional regulatory region affect promoter activity and fat deposition in three cattle breeds / L. Gui, J. Hong, S.H.A. Raza, L. Zan // Mol. Cell. Probes. 2017. No. 32. P. 40-45.

53. Clustal W and Clustal X version 2.0 / M.A. Larkin, G. Blackshields, N.P. Brown, R. Chenna, P.A. McGettigan, H. McWilliam, F. Valentin, I.M. Wallace, A. Wilm, R. Lopez, J.D. Thompson, T.J. Gibson, D.G. Higgins // Bioinformatics. 2007. No. 23. P. 2947-2948.

54. Hallows W.C., Lee S., Denu J.M. Sirtuins deacetylate and activate mammalian acetyl-CoA synthetases // Proc. Natl. Acad. Sci. 2006. No. 103. P. 10230-10235.

55. Saunders L.R. Critical regulators at the crossroads between cancer and aging // Oncogene 2007. No. 26. P. 5489-5504.

56. Association between SIRT2 gene polymorphism and height in healthy, elderly Japanese subjects / A. Haketa, M. Soma, T. Nakayama, K. Kosuge, N. Aoi, M. Hishiki, Y. Hatanaka, T. Ueno, N. Doba, S. Hinohara // Transl Res. 2013. Vol. 161(1). P. 57-65.

57. Molecular cloning and characterization of porcine sirtuin genes / D. Jin, H.J. Tan, T. Lei, L. Gan, X.D. Chen, Q.Q. Long, B. Feng // Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol. 2009. No. 153. P. 348-358.

58. Yamamoto H., Schoonjans K., Auwerx J. Sirtuin functions in health and disease // Mol. Endocrinol. 2007. No. 21. P. 1745-1755.

59. A whole-genome assembly of the domestic cow, Bos taurus / A.V. Zimin, A.L. Delcher, L. Florea, D.R. Kelley, M.C. Schatz, D. Puiu, R. Hanrahan, G. Pertea, C.P. Van Tassell, T.S. Sonstegard, G. Marçais, M. Roberts P. Subramanian, J.A. Yorke, S.L. Salzberg // Genome Biol. 2009. No. 10. P. 42-50.

60. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data / M. Kearse, R. Moir, A. Wilson, S. Stones-Havas, M. Cheung, S. Sturrock, S. Buxton, A. Cooper, S. Markowitz, C. Duran, T. Thierer, B. Ashton, P. Mentjies, A. Drummond // Bioinformatics. 2012. V. 28. № 12. P. 1647-1649.

61. Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta C_T}$ method // Methods. 2001. No. 25. P. 402-408.

62. Gille C., Frömmel C. STRAP: Editor for STRuctural Alignments of Proteins // Bioinformatics. 2001. No. 17. P. 377-378.

Русакова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 9 Января, 29, e-mail: elenka_rs@mail.ru

Косян Дианна Багдасаровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярной генетики ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 9 Января, 29, e-mail: kosyan.diana@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

Поступила в редакцию 28 ноября 2018 года

UDC 591.8:636.22/28.082.13

Rusakova Elena Anatolyevna, Kosyan Dianna Bagdasarovna, Miroshnikov Sergey Alexandrovich
FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: elenka_rs@mail.ru

SIRT3, SIRT1 as potential regulation candidate genes of lipid metabolism in cattle (review)

Summary. The article presents literature data on the results of using modern methods of marker-associated selection (MAS) in animal husbandry. The ways of increasing their efficiency are discussed, in particular, by identifying genomic targets of natural selection, which complicate the identification of genomic elements whose polymorphism is directly related to the variability of economically valuable traits. The review provides a detailed analysis of research materials related to the study of the family of proteins of sirtuins, their role in the process of suppressing the work of genes responsible for DNA repair, calorie restriction, metabolism, including in connection with the expression of the SIRT1 and SIRT3 genes. Analysis of literature revealed a polymorphism of the SIRT1 gene in connection with changes in growth parameters and meat quality in cattle, in particular, lipid metabolism; point mutation in the catalytic domain of the SIRT3 gene (rs11246020) encodes the substitution of valine for isoleucine at position 208 and is closely related to the metabolic processes of the expression of the gene. SIRT1 contributes to the activation of gluconeogenesis in liver, the oxidation of fatty acids in muscles and the mobilization of fat in adipose tissue, so this gene is able to regulate glucose production from glycerol from adipose tissue, thus providing one of the main roles in lipid metabolism. In general, an analysis of literature data showed that the SIRT1 and SIRT3 genes turned out to be vital metabolic regulators, including fat metabolism, which determines the prospects for their use in gene-marker selection.

Key words: cattle, SIRT3 gene, SIRT1 gene, marker-associated selection, regulation, lipid metabolism.

УДК 636.085:577.17:591.11

Элементный состав шерсти коров в зависимости от полиморфиза гена TG5

В.М. Габидулин[1], С.А. Алимова[1], А.А. Салихов[2], В.В. Борисова[3], Т.А. Климова[1]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] Оренбургский филиал ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»
[3] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. Проведено исследование по определению генотипов в зависимости от полиморфизма гена TG5 и их элементного статуса шерсти на коровах абердин-ангусской породы стада племзавода ООО «Суерь» Курганской области. Выявлено, что у исследованных 100 коров к гомозиготному генотипу АА гена TG5 отнесены 10 (10 %) животных и 90 (90 %) – к гетерозиготному генотипу АТ и ТТ. Установлено, что ранжированные коровы по гомозиготному и гетерозиготному генотипам различались по элементному статусу, оценённого по шерсти. Так, в у коров гомозиготной группы достоверно меньше концентрация макроэлемента магния на 13,4 %, но при этом установлено достоверное превосходство над сверстницами гетерозиготной группы по микроэлементам: йоду – на 5,4 %, хрому – на 9,1 %, селену – на 3,7 %. При этом достоверно уступают по условно эссенциальному элементу стронцию на 17,8 % и достоверно превосходят по токсичным элементам: алюминий – на 3,1 % и ртуть – на 2 %. Вместе с тем коровы гомозиготного варианта АА достоверно превосходили сверстниц по концентрации йода и селена. Связь биоэлементного статуса с генотипами АТ и ТТ подтверждается достоверным преимуществом их носителей по содержанию элементов йода на 5,4 % ($P<0,05$) и селена – на 3,7 % ($P<0,05$). По результатам показателей элементного состава отобранных животных было установлено отсутствие достоверных различий по большинству химических элементов.

Ключевые слова: мясной скот, коровы, абердин-ангусская порода, ДНК-маркеры, полиморфизм, ген TG5.

Введение.

Производство продукции животноводства является приоритетным направлением в мировой политике. Обеспечение населения качественными продуктами питания является важнейшей задачей агропромышленного комплекса стран, в том числе и России.

В «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года» обозначена основная проблема мясной промышленности, которая заключается в недостатке собственной сырьевой базы [1].

В связи с этим первостепенной целью развития мясной отрасли является увеличение объёмов производства российского мяса. Решение этой задачи сформировано в «Доктрине продовольственной безопасности РФ» и выполнение её гарантированно позволит обеспечить население нашей страны безопасной и качественной продукцией [2].

Последние экономические показатели и развитие производства Российской Федерации в условиях санкций мирового сообщества стимулируют наращивание выпуска российского мяса и мясных продуктов.

Большую роль в решении продовольственной проблемы населения играет важное направление производства в сельском хозяйстве – мясное скотоводство.

Генетическое улучшение качества говядины принесёт пользу как производителям, так и потребителям и может быть достигнуто путём отбора животных с помощью традиционных программ, а также улучшения породы мясного скота с использованием генетических маркеров [3].

Программы выбора, включающие либо подмножества маркеров в избранных областях генома, например, маркеры для роста и эффективности корма, а также качества туши или тест с двойной мускулатурой ДНК, а также большое количество маркеров, покрывающих весь геном в

геномном отборе, который привёл к 32 %-ному повышению точности по сравнению со средними родительскими значениями размножения, привлёк внимание исследователей и производителей говядины [4]. В мясном скотоводстве США ассоциация American Angus начала включать информацию о генетических маркерах с панели из 50 000 маркеров в свою еженедельную программу оценки EPD [5]. American Simmental Association применила маркерную поддержку EPD для нежности говядины, а Североамериканский фонд лимузин объявил начало выпуска EPD с геномным усилением [6, 7].

Что касается многопородного мясного скота, который составляет значительную долю в России, геномный отбор всё ещё находится на стадии разработки. Однако непосредственные применения панели ДНК-маркеров могут включать поиск генома для регионов, которые могут содержать причинные мутации, лежащие в основе генетического изменения характеристик качества говядины [8-10].

Цель исследования.

Изучить элементный состав шерсти в зависимости от полиморфизма гена TG5.

Материал и методы исследования

Объект исследования. Чистопородные коровы абердин-ангусской породы племзавода ООО «Суерь» Курганской области.

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 Cuide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Waschington, D.C. 1966)». При выполнении исследований были приняты усилия, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества используемых образцов.

Схема эксперимента. Для выявления наличия генотипов гена TG5 и характеристики элементного статуса в стаде ООО «Суерь» Курганской области были отобраны цельная кровь из ярёмной вены и образцы шерсти с холки животных с участка 5×5 см у клинически здоровых 100 коров абердин-ангусской породы, содержащихся в одинаковых условиях одного хозяйства.

Полученную кровь вносили в пробирки с 60 мкл этилендиаминтетра уксусной кислоты (ЭДТА) до конечного объёма 10 мл. Собранный материал использовали для выделения ДНК и проведения ПЦР. Протокол ПЦР: инициирующая денатурация ДНК в течение 5 мин при температуре +95 °С, затем 320 цикла амплификации, денатурация +94 °С (30 с), отжиг +60 °С (30 с) и элонгация +72 °С (30 с), заключительный синтез – при температуре +72 °С в течение 10 мин в программируемом амплификаторе АНК-32.

Оборудование и технические средства. Выделение ДНК из крови проводили с использованием комплекта реагентов для выделения геномной ДНК из цельной крови «ДНК-Экстран-1» («Синтол», Россия). Для амплификации фрагментов генов использовались праймеры (FAM, R6G). ПЦР проводили в термоцикле «My Cycler», программируемом амплификаторе АНК-32 («Синтол», Россия).

Анализ исследуемых образцов шерсти осуществлялся по 25 химическим элементам в лаборатории АНО «Центра биотической медицины» (г. Москва, регистрационный номер в государственном реестре – Росс. RU0001. 513118 от 29 мая 2003; Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017-5.04.06). Точность определяемых параметров достигалась путём использования методов атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП) на оборудовании Elan 9000 («Perkin Elmer», США) и Optima 2000V («Perkin Elmer», США), обеспечивающих достижение точности 10^9-10^{12} (клеток/литр).

Статистическая обработка. Полученный материал обрабатывали с помощью общепринятого параметрического метода (t-критерий Стьюдента). Во всех процедурах статистического анализа рассчитывали достигнутый уровень значимости (P), при этом критический уровень значимости в данном исследовании принимался меньшим или равным 0,05 с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

По результатам анализа полиморфизма гена TG5 у исследуемых 100 коров было выявлено, что 10 % животных имеют гомозиготный генотип АА. Частота встречаемости аллеля А у коров составила 10 %, аллеля Т – 0 % и 90 % – гетерозиготного генотипа АТ и гомозиготного ТТ гена TG5. Вместе с тем выявленный низкий уровень гомозиготности, свидетельствует о высокой степени гетерозиготности популяции.

Дальнейшим этапом исследования явилось изучение взаимосвязи полиморфизма гена TG5 с показателями элементного статуса коров.

Результаты оценки элементного статуса шерсти достоверно выявили различия по некоторым элементам (табл. 1).

Таблица 1. **Содержание макро- и микроэлементов в шерсти животных, мкг/г**

Элемент	Коровы гомозиготного генотипа АА гена-TG5 (n=10)	Коровы гетерозиготного генотипа АТ и гомозиготного ТТ гена TG5 (n=90)
	M±m	M±m
Макроэлементы		
Ca	2428,000±127,352	2532,600±69,933
K	1775,000±111,191	1762,600±235,622
Mg	482,200±24,530*	556,600±22,843
Na	1046,200±103,644	928,200±173,087
P	266,400±10,769	255,600±8,026
Микроэлементы		
Co	0,080±0,006	0,073±0,009
Cr	0,235±0,028**	0,139±0,021
Cu	5,546±0,118	5,256±0,195
Fe	96,242±12,631	81,606±15,466
I	1,255±0,075*	1,087±0,096
Mn	56,438±7,430	62,974±2,748
Se	0,323±0,008*	0,284±0,013
Zn	108,224±2,771	119,682±6,618

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

В образцах шерсти коров гомозиготной группы выявлено достоверно меньшее содержание макроэлемента магния – на 13,4 %, но при этом они достоверно превосходят сверстниц гетерозиготной группы по микроэлементам йода на 5,4 %, хрома – на 9,1 %, селена – на 3,7 %. При этом достоверно уступают условно эссенциальному элементу стронцию на 17,8 % и достоверно превосходят по токсичным элементам алюминий на 3,1 % и ртуть – на 2 % (табл. 2).

По результатам показателей элементного состава отобранных животных было установлено отсутствие достоверных различий по большинству химических элементов.

Таблица 2. **Содержание токсичных и условно эссенциальных элементов в шерсти животных, мкг/г**

Элемент	Коровы гомозиготного генотипа АА гена-TG5 (n=10)	Коровы гетерозиготного генотипа АТ и гомозиготного ТТ гена TG5 (n=90)
	M±m	M±m
Условно эссенциальные элементы		
B	7,874±0,005	7,944±0,472
Li	0,687±0,057	0,712±0,117
Ni	0,337±0,023	0,301±0,016
Si	12,180±1,341	15,090±0,662
Sr	15,212±1,515*	18,506±0,289
V	0,207±0,024	0,151±0,025
Токсичные элементы		
Al	67,052±7,420*	41,104±8,297
As	0,083±0,004	0,070±0,005
Cd	0,010±0,001	0,012±0,001
Hg	0,004±0,000**	0,002±0,000
Pb	0,215±0,018	0,242±0,026
Sn	0,010±0,001	0,008±0,002

Для наглядной иллюстрации различия показателей элементного статуса у групп животных гомозиготного генотипа АА, гетерозиготного генотипа АТ и гомозиготного ТТ гена TG5 представлены на рисунке 1.

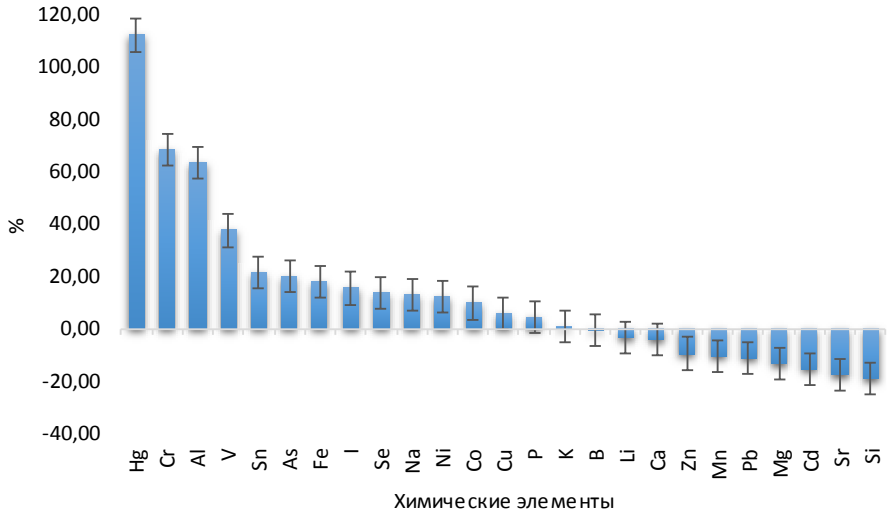


Рисунок 1 – Элементный профиль коров гомозиготного генотипа АА в сравнении со сверстницами гетерозиготного генотипа АТ и гомозиготного ТТ гена TG5

Обсуждение полученных результатов.

На эффективность производства продукции животноводства оказывают влияние множество факторов, одним из наиболее значимых является генетический потенциал животных. Использование информативных данных ДНК-маркеров позволяет вести отбор в раннем возрасте, а также характеризует полигенную природу наследования.

Так, генотипирование стад по отдельным ДНК-маркерам даёт возможность создания групп животных, различающихся потенциалом продуктивности, качественным составом продукции, уровнем и направленностью обмена веществ и энергии в организме животных [11, 12].

В ходе наших исследований мы распределили стадо абердин-ангусской породы племзавода ООО «Суерь» Курганской области в соответствии с принадлежностью животных к разным генотипам по ДНК-маркеру TG5, играющему важную роль в регуляции липидного обмена у крупного рогатого скота. Таким образом, для эксперимента группы формировали из носителей 3 вариантов набора аллелей (АА, АТ, ТТ), каждый из которых характеризуется продуктивными и племенными особенностями.

В то же время имеются данные о том, что генотип также определяет характерный биоэлементный состав органов и тканей животных [13]. Определённый состав и соотношение химических элементов необходим живому организму для организации целого ряда физиологических функций и обменных процессов, дефицит некоторых из них приводит к снижению функциональных возможностей организма, что является последствием снижения продуктивности и даже заболеваниям [14].

В связи с этим нами была поставлена задача диагностировать концентрацию отдельных биоэлементов в зависимости от генотипирования абердин-ангусского скота по ДНК-маркеру тиреоглобулина (TG5). Нами установлено, что элементный статус исследуемого стада генетически детерминирован.

В частности, коровы гомозиготного варианта АА достоверно превосходили сверстниц по концентрации йода и селена. Связь биоэлементного статуса с генотипами АТ и ТТ подтверждается достоверным преимуществом их носителей по содержанию элементов йода на 5,4 % ($P<0,05$) и селена – на 3,7 % ($P<0,05$). Химические элементы йод и селен функционально тесно связаны между собой, так как второй входит в состав фермента йодтиронин дейодиназы, обеспечивающего трансформацию тироксина в трийодтиронин. Дефицит в организме животных этих двух микроэлементов может служить одним из главных факторов риска в провоцировании йододефицитных состояний [14]. Недостаток селена вызывает признаки гипотиреоидизма, в результате чего снижается уровень обменных процессов в организме и невозможна полная реализация генетического потенциала продуктивности животных [15]. Стабильный природный стронций, который нерадиоактивен, играет свою роль в ходе формирования костно-мышечных тканей молодого организма. Главное биологическое значение стронция состоит в его участии в процессах оссификации (формирования костной ткани), а также его накапливание происходит с возрастом и напрямую связано с характером питания.

Достоверная разница стронция на 17,8 % в пользу животных гетерозиготного генотипа позволила сделать выводы о том, что рацион питания, богатый кальцием, ведёт к незначительной задержке стронция в организме и, наоборот, недостаток кальция в рационе провоцирует накопление излишков стронция в организме животных.

Известно, что селен является антагонистом токсичных элементов [16]. Однако в нашем проведённом исследовании животные гомозиготного генотипа АА гена-TG5 имели преимущества над группой гетерозиготного генотипа АТ и гомозиготного ТТ по показателям селена на 3,7 %, а также по токсичным элементам алюминия на 3,1 %, и ртути – на 2 %, что противоречит вышеуказанному мнению. Нами выявлен коэффициент корреляции селена с алюминием и ртутью. Так, по первому соединению взаимосвязь составила $r=0,425$ ($P<0,05$), по второму – $r=0,532$ ($P<0,05$). Выявленная особенность исследований является результатом малой выборки коров гомозиготного генотипа АА гена.

Установленные особенности в элементном статусе коров-носителей разных генотипов по гену TG5, по нашему мнению, обусловлены различиями в уровне липидного обмена у животных.

Выводы.

По результатам наших исследований по элементному статусу шерсти установлено, что у животных I группы – носителей желательного гомозиготного генотипа АА гена-TG5 более активен синтез обмена веществ относительно сверстниц II группы – гетерозиготного генотипа АТ гена TG5.

Следовательно, показатели элементного статуса шерсти могут служить дополнительным корректором при углублённой селекции высокопродуктивного мясного скота абердин-ангусской породы стада «ООО» Суерь Курганской области.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0008)

Литература

1. Мирошников С.А. Мясное скотоводство России: современное состояние и перспективы развития // Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под общ. ред. чл.-корр. РАН С.А. Мирошникова. Оренбург, 2018. С. 33-34.

2. Каюмов Ф.Г., Шевхужев А.Ф. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в России // Зоотехния. 2016. № 11. С. 2-6.

3. Калашников Л.А. Современное состояние и проблемы использования методов анализа ДНК в генетической экспертизе племенных животных // Аграрная Россия. 2002. № 5. С. 30-40.

4. Зиннатова Ф.Ф., Зиннатов Ф.Ф. Роль генов липидного обмена (DGAT1, TG-5) в улучшении хозяйственно-полезных признаков крупного рогатого скота // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Баумана. 2014. № 3. С. 164-168.

5. Verband der ausgewählten SNP mit Rahmen und Geschmack Panel bewertet die Qualität der Fleischqualität kommerzielle Rinderpopulation Aberdeen Angussie / J.L. Gill, S.C. Bischof, C. McCorquodale, J.L. Williams und P. Wiener Würstchen // Genetics Selection Evolution. 2009. Band 41. P. 54-58.

6**.** Genetic parameters for carcass and ultrasound traits in Hereford and admixed Simmental beef cattle: Accuracy of evaluating carcass traits / H. Su, B. Golden, L. Hyde, S. Sanders, D. Garrick // Journal of Animal Science. 2017 No. 95(11). P. 4718-4727. doi: 10.2527/jas2017.1865.

7. Accuracy of direct genomic breeding values for nationally evaluated traits in US Limousin and Simmental beef cattle / Mahdi Saatchi, Robert D. Schnabel, Megan M. Rolf, Jeremy F. Taylor, Dorian J. Garrick // Genetics Selection Evolution. 2012. 44(1). P. 166-182.

8. Габидулин В.М., Алимова С.А., Тарасов М.В. Влияние полиморфизма гена тиреоглобуллина (TG5) на продуктивность стада мясного скота в ООО «Суерь» абердин-ангусской породы австралийской селекции в зоне Зауралья // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 21-26.

9. Габидулин В.М., Алимова С.А., Тюлебаев С.Д. Современные методы эффективного использования генофонда абердин-ангусского скота австралийской селекции с использованием ДНК-маркеров // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 2. С. 28-31.

10. Состояние аллельных форм генов CAPN1, CAST и сочитаемость разных линий в популяций 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.

11. Герасимов Н.П., Дубовскова М.П. Влияние полиморфизма ДНК-маркеров на химический состав говядины герефордских бычков // Повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции на внутренних и внешних рынках: материалы Междунар. агропром. конгресса. СПб.: Экспофорум, 2017. С. 126-128

12. Дубовскова М.П., Герасимов Н.П. Формирование базы данных селекционных и генетических параметров с учётом полиморфизма ДНК-маркеров скота герефордской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 5. С. 11-13.

13. 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. Т. 101. № 1. С. 51-58.

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

15. Решетник Л.А., Парфенова Е.О. Биогеохимическое и клиническое значение селена для здоровья человека // Микроэлементы в медицине. 2001. № 2. С. 2-8.

16. Selenium concentration in blood and hair of holstein dairy cows / G. Christodoulopoulos, N. Roubies, H. Karatzias, A. Papasteriadis // Biological Trace Element Research. 2003. Feb. 91(2). P. 145-150.

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

Алимова Светлана Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, младший 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

Салихов Азат Асгатович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры менеджмента и торгового дела Оренбургского филиала ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», 460000, г. Оренбург, ул. Пушкинская, дом 53, тел.: 8(3532)77-66-40

Борисова Виктория Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий молочной лабораторией ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, Оренбург, ул. Челюскинцев 18, тел.: 8(3532)77-93-28, тел.: 8-9226-20-12-22 e-mail: 89226201222@mail.ru

Климова Татьяна Андреевна, специалист-техник микробиологической лаборатории Испытательного центра ЦКП 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.or@mail.ru

Поступила в редакцию 12 ноября 2018 года

UDC 636.085:577.17:591.11

Gabidulin Vyacheslav Mikhaylovich[1], Alimova Svetlana Anatolevna[1], Salikhov Azat Asgatovich[2], Borisova Victoria Vladimirovna[3], Klimova Tatiana Andreevna[1]

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

[2] Orenburg Branch of the FSBEI HE «Russian Economic University named after G.V. Plekhanov»

[3] FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: 89226201222@mail.ru

Hair elemental composition of cows depending on TG5 polymorphism

Summary. The study was performed to determine the genotypes depending on the TG5 gene polymorphism and its elemental status of hair on the Aberdeen-Angus cows of the herd of LLC Suyer LLC breeding plant in the Kurgan Region. It was revealed that, out of 100 studied cows, 10 (10 %) of animals were attributed to the homozygous AA genotype of TG5 gene and 90 (90 %) to AT and TT heterozygous genotype. It was established that ranked by the homozygous and heterozygous genotype cows differed by elemental status estimated by hair. Thus, cows of the homozygous group had significantly lower concentration of magnesium macrocell by 13.4 %, but also had significant excess over the herd mates of the heterozygous group by the following microelements: iodine – by 5.4 %, chromium – by 9.1 %, selenium – by 3.7 %. At the same time, the value of conditionally essential element strontium is significantly lower by 17.8 % and of toxic elements is reliably higher – aluminum by 3.1% and mercury – by 2 %. At the same time, cows of the homozygous AA-variant had significantly higher concentration of iodine and selenium in comparison to the herd mates. The relationship of the bioelement status with the AT and TT genotypes is confirmed by the significant excess of their carriers in the content of iodine elements by 5.4 % ($P<0.05$) and selenium – by 3.7 % ($P<0.05$). According to the results of the elemental composition of selected animals, no significant differences in the majority of chemical elements were revealed.

Key words: beef cattle, Aberdeen Angus, DNA-marker, polymorphism, TG5 gene.

УДК 636.082.4(470.4)

Воспроизводительные особенности симменталов Поволжья как маркеры их адаптации к факторам среды

Е.Р. Гостева[1], М.Б. Улимбашев[2]

[1] ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»

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

Аннотация. Приведены результаты анализа воспроизводительных качеств скота симментальской породы отечественной и немецкой селекций в стадах разного уровня продуктивности в зоне Нижнего Поволжья.

Из показателей репродуктивной способности подопытного поголовья изучали уровень оплодотворяемости тёлок и коров после первого, второго, третьего и более осеменений, индекс осеменения, возраст достижения первого отёла, продолжительность сухостойного, межотёльного и сервис-периодов, коэффициент воспроизводительной способности (КВС). Выявлено, что показатели плодовитости были обусловлены как селекционной принадлежностью симменталов, так и продуктивностью, а следовательно, кормообеспеченностью стад. Так, в условиях племзавода от первого осеменения больше оплодотворилось тёлок немецкой селекции (на 4 %), тогда как в СПК «Абодимовский» – сверстниц отечественной селекции (на 10 %). В то же время независимо от селекционной принадлежности тёлок наибольшей оплодотворяемостью после первого осеменения характеризовались животные, принадлежащие племзаводу «Муммовское», после второго, третьего и более осеменений – особи СПК «Абодимовский». Подобные тенденции имели место у коров после первого, второго и третьего отёлов. Поэтому в племзаводе по индексу осеменения выгодно отличались тёлки немецкой селекции, у которых затраты доз семени на плодотворное осеменение были на 0,1 ед. меньше, чем у отечественных сверстниц. Обратная тенденция имела место в СПК «Абодимовский». По возрасту достижения первого отёла особи отечественной селекции уступали животным немецкой селекции в среднем на 42-46 дней (P>0,999). Полученные КВС в условиях племзавода, хотя и незначительно (на 0,01-0,02 ед.), были выше в группах симменталов отечественной селекции, что свидетельствует о том, что от этих коров в течение календарного года получали по одному телёнку. В СПК «Абодимовский» КВС в группе отечественного скота составил по второму отёлу 0,99 ед., что выше на 0,03 ед. (P>0,99) по сравнению с группой немецких симменталов, по третьему отёлу – лишь 0,97 ед. или на 0,04 ед. выше (P>0,999).

Ключевые слова: тёлки, коровы, симментальская порода, отечественная селекция, немецкая селекция, воспроизводительная способность.

Введение.

Новые экономические отношения в России обострили вопросы повышения конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции, особенно животноводческой, как на внутреннем, так и на внешнем рынках. Однако при современном уровне интенсификации производства повышение уровня продуктивности молочного скота оказывает влияние на воспроизводство, влечёт увеличение затрат на производство продукции, что отрицательно сказывается на рентабельности отрасли. Известно, что рентабельность и конкурентоспособность молочного скотоводства во многом определены показателями воспроизводства стада [1].

Только в единичных хозяйствах РФ отмечен выход телят 86 %. Стельность от первичных осеменений составляет в среднем 39 % с колебаниями от 26 до 56 % при индексе осеменения 1,9-5,6, яловость коров – 59-67 %, выход телят – 57-87 %, межотёльный период – 414-470 дней, сервис-период – 108-174 дня [2].

У большинства первотёлок продолжительность сервис-периода превышает 3 месяца, что отрицательно влияет на воспроизводство стада, приводит к недополучению телят в течение производственного использования, снижает объёмы производимого молока [3].

Эффективное воспроизводство крупного рогатого скота, особенно высокопродуктивного, является результатом динамичного взаимодействия генетических и экологических факторов, среди которых следует выделить условия содержания (в том числе климатические), кормления и использования животных, что подтверждают данные многочисленных исследований [4-7].

Одной из основных причин, вызывающих проблемы с воспроизводством высокопродуктивного крупного рогатого скота, является так называемый длительный отрицательный энергетический баланс, особенно на пике лактации [2, 8-10].

Цель исследования.

Изучить воспроизводительные способности тёлок и коров симментальской породы отечественной и немецкой селекций в стадах разного уровня продуктивности в зоне Нижнего Поволжья.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Тёлки и коровы симментальской породы отечественной и немецкой 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 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 были проведены в племенном заводе «Муммовское» и СПК «Абодимовский» Саратовской области.

Формирование групп проводили по принципу групп-аналогов с учётом селекционной принадлежности, происхождения, возраста, живой массы и физиологического состояния. Исследования проведены на четырёх группах симментальского скота: в племзаводе «Муммовское» (симменталы отечественной и немецкой селекций) по 25 голов в каждой и СПК «Абодимовский» (симменталы отечественной и немецкой селекций) по 20 голов в каждой.

В обоих хозяйствах применяется привязный способ содержания с доением в молокопровод.

На протяжении первой лактации коровы племзавода «Муммовское» были обеспечены на уровне 50 ц энергетических кормовых единиц и 5,3 ц переваримого протеина, СПК «Абодимовский» – 41 и 4,2 ц соответственно, третьей лактации – 55 и 5,7 ц; 46 и 4,75 ц соответственно.

Для искусственного осеменения тёлок использовали семя быков отечественной селекции Цыбок 5254 линии Флориана 374 и Айсберг 959 линии Мергеля ЧС-266, немецкой селекции – быков Имрих 75989 родственной группы Редада 620016730 и Хереса 4462 линии Хорнунга 9094147.

При изучении воспроизводительных качеств подопытного поголовья учитывали возраст первого отёла, оплодотворяемость тёлок и коров после первичных осеменений, индекс осеменения, продолжительность стельности, сухостойного, межотёльного и сервис-периодов.

Расчёт продолжительности межотёльного интервала и коэффициента воспроизводительной способности (КВС) проводили по предложенным Н. Крамаренко (1974) формулам:

$$МОП = СП+Ст, \quad (1)$$

где МОП – межотёльный период;

СП – продолжительность сервис-периода, дней;

Ст – продолжительность стельности, дней.

$$КВС=365/i, \quad (2)$$

где КВС – коэффициент воспроизводительной способности;

365 – календарных дней;

i – межотёльный период (МОП), дней.

Оборудование и технические средства. Воспроизводительные качества определяли на основе анализа племенных свидетельств, племенных карточек, журналов искусственного осеменения и других документов первичного зоотехнического учёта.

Статистическая обработка. Все учитываемые показатели исследования подверглись биометрической обработке в соответствии с руководством Н.А. Плохинского (1969). Достоверность разности между значениями признака определяли по таблице Стьюдента, с вычислением средней арифметической и её ошибки.

Результаты исследования.

Результаты оплодотворяемости тёлок и коров симментальской породы разной селекции в стадах разного уровня продуктивности представлены в таблице 1.

Анализ оплодоворяемости подопытных групп тёлок симментальской породы свидетельствует, что она имела различия в связи с местом их выращивания. Так, в условиях племзавода от первого осеменения больше оплодотворилось тёлок немецкой селекции (на 4 %), тогда как в СПК «Абодимовский» – сверстниц отечественной селекции (на 10 %). В то же время независимо от селекционной принадлежности тёлок наибольшей оплодотворяемостью после первого осеменения характеризовались животные, принадлежащие племзаводу «Муммовское», после второго, третьего и более осеменений – особи СПК «Абодимовский».

Из числа первотёлок племзавода наибольшая оплодотворяемость после первого осеменения была характерна для представительниц немецкой селекции, которая была выше на 4 % по сравнению с отечественными сверстницами. Подобные различия имели место и у взрослых коров.

Результаты учёта оплодотворяемости первотёлок СПК «Абодимовский» после первого осеменения характеризуют наибольший процент оплодотворённых особей отечественной селекции, которая была выше на 10 % в отличие от значений немецких сверстниц. После второго и третьего отёлов процент оплодотворённых коров отечественной селекции после первого осеменения оказался в среднем на 6 % больше.

У всех групп животных оплодотворяемость после первого осеменения с возрастом снижалась, что вполне ожидаемо с точки зрения физиологических особенностей организма. Так, в племзаводе «Муммовское» этот показатель у отечественных симменталов снизился с 76 (у тёлок) до 60 % (у коров третьего отёла), у сверстниц СПК «Абодимовский» – с 70 до 53 %. Аналогичные изменения были свойственны симменталам немецкой селекции – с 80 до 65 и с 60 до 47 % соответственно.

Как у отечественных, так и у немецких симменталов оплодотворяемость от первого осеменения была выше в условиях племзавода, что свидетельствует о создании более надлежащих условий кормления и эксплуатации животных по сравнению с таковыми в СПК «Абодимовский».

Ещё одним показателем, по которому судят о результативности оплодотворяемости, является индекс осеменения, свидетельствующий о затратах доз семени на плодотворное осеменение.

По этому показателю в племзаводе выгодно отличались тёлки симментальской породы немецкой селекции, у которых затраты доз семени на плодотворное осеменение были на 0,1 ед. меньше, чем у отечественных сверстниц. Обратная тенденция имела место в СПК «Абодимовский», в котором на оплодотворение тёлок отечественной селекции требовалось на 0,1 дозу семени больше, чем на немецких особей.

Существенные различия по индексу осеменения были характерны для тёлок отечественной и немецкой селекций в связи с местом их выращивания. Так, на оплодотворение тёлок немецкой селекции, эксплуатировавшихся в племзаводе, требовалось на 0,3 дозы семени меньше, чем на таковое аналогов из СПК «Абодимовский», у симменталов из разных хозяйств эти затраты были практически одинаковыми – 1,4-1,5 доз.

Следует отметить, что различия в индексах осеменения у коров разной селекции после первого, второго и третьего отёлов варьировали в пределах 0,1-0,2 доз семени с преимуществом немецких симменталов в племзаводе, отечественных – в СПК «Абодимовский».

Таблица 1. **Оплодотворяемость тёлок и коров симментальской породы в стадах разного уровня продуктивности**

Показатель	Селекция симменталов		Отечественная ± к немецкой
	отечественная	немецкая	
Племзавод «Муммовское»			
Оплодотворяемость тёлок после осеменения, % (n=25)			
1-го	76	80	-4
2-го	12	12	-
3-го и более осеменений	12	8	+4
Оплодотворяемость коров после первого отёла, % (n=25)			
1-го	72	76	-4
2-го	16	16	-
3-го и более осеменений	12	8	+4
Оплодотворяемость коров после второго отёла, % (n=23)			
1-го	70	74	-4
2-го	17	17	-
3-го и более осеменений	13	9	+4
Оплодотворяемость коров после третьего отёла, % (n=20)			
1-го	60	65	-5
2-го	20	25	-5
3-го и более осеменений	20	10	+10
Индекс осеменения, доз			
тёлок	1,4	1,3	+0,1
коров			
после первого отёла	1,6	1,4	+0,2
после второго отёла	1,7	1,6	+0,1
после третьего отёла	1,9	1,7	+0,2
СПК «Абодимовский»			
Оплодотворяемость тёлок после осеменения, % (n=20)			
1-го	70	60	+10
2-го	15	15	-
3-го и более осеменений	15	25	-10
Оплодотворяемость коров после первого отёла, % (n=20)			
1-го			
2-го	65	55	+10
3-го и более осеменений	20	25	-5
Оплодотворяемость коров	15	20	-5
после второго отёла, % (n=17)			
1-го	59	53	+6
2-го	24	18	+6
3-го и более осеменений	17	29	-12
Оплодотворяемость коров после третьего отёла, % (n=15)			
1-го	53	47	+6
2-го	27	33	-6
3-го и более осеменений	20	20	-
Индекс осеменения, доз			
тёлок	1,5	1,6	-0,1
коров			
после первого отёла	1,7	1,8	-0,1
после второго отёла	1,8	2,0	-0,2
после третьего отёла	2,0	2,2	-0,2

В анализируемых хозяйствах на обеих популяциях симментальского скота наблюдали закономерное возрастное увеличение затрат семени на плодотворное осеменение, что обусловлено снижением их оплодотворяемости, в первую очередь после первого осеменения.

Следовательно, оплодотворяемость разных популяций симментальского скота имела различный характер в зависимости от условий их эксплуатации. Немецкие симменталы лучше оплодотворялись, а на их плодотворное осеменение требовалось значительно меньше доз семени в условиях племзавода, у отечественных сверстниц при недостаточном уровне кормления эти показатели несколько выше, что обусловлено их приспособленностью к скудным условиям кормления.

Показатели воспроизводительной способности коров симментальской породы отечественной и немецкой селекций в стадах разного уровня продуктивности представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Воспроизводительная способность коров симментальской породы разной селекционной принадлежности**

Показатели	Симменталы отечественной селекции	Симменталы немецкой селекции
	$X \pm m_x$	$X \pm m_x$
Племзавод «Муммовское»		
Возраст при первом отёле, дней	936±4,3	894±4,8
Сухостойный период, дней	64±0,9	64±0,8
Сервис-период, дней		
после I отёла	87±2,2	92±2,1
после II отёла	83±2,3	85±1,9
после III отёла	79±2,2	84±2,2
Межотёльный период, дней		
после I отёла	369±2,2	375±2,1
после II отёла	366±2,1	369±2,0
после III отёла	363±2,2	368±2,2
Коэффициент воспроизводительной способности коров, ед.		
после I отёла	0,99±0,006	0,97±0,005
после II отёла	1,00±0,006	0,99±0,005
после III отёла	1,00±0,006	0,99±0,006
СПК «Абодимовский»		
Возраст при первом отёле, дней	955±3,5	909±4,8
Сухостойный период, дней	67±1,3	65±1,2
Сервис-период, дней		
после I отёла	76±2,3	85±2,9
после II отёла	84±3,1	95±2,9
после III отёла	93±1,4	108±2,4
Межотёльный период, дней		
после I отёла	361±2,3	369±2,8
после II отёла	370±3,0	380±3,0
после III отёла	376±1,4	392±2,7
Коэффициент воспроизводительной способности коров, ед.		
после I отёла	1,01±0,006	0,99±0,007
после II отёла	0,99±0,008	0,96±0,007
после III отёла	0,97±0,003	0,93±0,006

По возрасту достижения первого отёла особи отечественной селекции уступали животным немецкой селекции в среднем на 42-46 дней (P>0,999), и как следствие, по возрасту при плодотворном осеменении.

По продолжительности сухостойного периода первотёлок не обнаружено различий как в связи с селекционной принадлежностью, так и в зависимости от хозяйства.

Средняя продолжительность сервис-периода у животных сравниваемых групп была в пределах нормы и не выходила за пределы трёхмесячной продолжительности. Однако имелись межгрупповые различия, а также зависимость от уровня продуктивности стад. Так, в племзаводе менее продолжительным анализируемый период был у симменталов отечественной селекции, хотя различия в сравнении с представительницами зарубежной селекции оказались недостоверными и не превышали 5 дней. В СПК «Абодимовский» межгрупповые различия в длительности сервис-периода – более высокие и в зависимости от возраста варьировали в пределах 9-15 дней (P>0,95-0,999). В менее продуктивном стаде симменталы немецкой селекции в отличие от отечественных животных проявили большую продолжительность периода от отёла до плодотворного осеменения.

В проведённых исследованиях выявлены те же отличия по продолжительности межотёльного периода между анализируемыми группами коров, что и по длительности сервис-периода, что вызвано взаимозависимостью этих признаков. Полученные данные по этому показателю не превышали 13 месяцев, что практически соответствует требованиям, предъявляемым к молочным и комбинированным породам скота, но у животных, полученных от использования семени быков немецкой селекции независимо от хозяйственной принадлежности, он был продолжительнее.

Для более полной характеристики плодовитости коров были рассчитаны коэффициенты воспроизводительной способности (КВС), которые включают в себя продолжительность межотёльного периода и показывают регулярность отёлов в течение календарного года. Полученные коэффициенты в условиях племзавода, хотя и незначительно (на 0,01-0,02 ед.), были выше в группах симменталов отечественной селекции, что свидетельствует о том, что от этих коров в течение календарного года получали по одному телёнку. В СПК «Абодимовский» коэффициент воспроизводительной способности в группе отечественного скота составил по второму отёлу 0,99 ед., что выше на 0,03 ед. (P>0,99) по сравнению с группой немецких симменталов, по третьему отёлу – лишь 0,97 ед. или на 0,04 ед. выше (P>0,999).

Обсуждение полученных результатов.

На протяжении многих десятилетий симментальский скот Поволжья является основной доминирующей породой в регионе, что обусловлено её высокими адаптивными способностями к экстремальным условиям разведения, приспособленностью к кормовым и организационно-технологическим условиям.

Однако в последние годы в селекционном процессе наряду с отечественными симменталами стали широко использовать особей немецкой селекции, продуктивные возможности и показатели плодовитости которых до сих пор мало изучены, что определяет актуальность таких исследований, их практическую направленность.

Для восполнения этого пробела были проведены исследования по изучению воспроизводительных качеств симменталов разных возрастных групп в стадах разного уровня продуктивности. Установлена высокая оплодотворяемость после первого осеменения как тёлок, так и коров разной селекции в более высокопродуктивном стаде, где созданы удовлетворительные условия эксплуатации. При прочих равных условиях показатели оплодотворяемости и индексы осеменения лучше выражены у симменталов немецкой селекции, особенно в условиях племзавода. В отличие от сверстниц из товарного хозяйства СПК «Абодимовский» они раньше достигают возраста первого отёла. Несмотря на имеющиеся различия в кормообеспеченности и, соответственно, продуктивности стад симментальского скота, лучшую регулярность отёлов в течение календарного года демонстрировали представительницы отечественной селекции, хотя в условиях племенного завода эти отличия недостоверны и незначительны.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что, несмотря на более раннее достижение симменталами немецкой селекции возраста первого отёла, коэффициенты воспроизводительной способности оказались выше в группах отечественного скота, причём указанные признаки лучше выражены в более продуктивном стаде, что согласуется с исследованиями отечественных учёных [11-14].

Итак, обеспечение оптимальных параметров воспроизводства стада крупного рогатого скота молочного направления продуктивности возможно там, где на должном уровне поставлена селекционно-племенная работа в надлежащих условиях внешней среды.

Выводы.

В целях повышения адаптивных качеств, в том числе воспроизводительной способности симменталов зарубежной селекции в новых условиях обитания следует создавать технологию содержания и кормления скота, свойственные родине их разведения.

Литература

1. Харламов Е.Ю. Воспроизводство стада – важнейший технологический фактор повышения конкурентоспособности молочного скотоводства // Зоотехния. 2013. № 12. С. 25-26.

2. Современное состояние и стратегия воспроизводства стада при повышении молочной продуктивности крупного рогатого скота / Н. Рёшетникова, Г. Ескин, Н. Комбарова, Е. Порошина, И. Шавырин // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 4. С. 2-6.

3. Зависимость продуктивности коров от сервис-периода / Д. Абылкасымов, Е. Воронина, Н. Ульянова, Н. Сударев // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 4. С. 26-27.

4. Мищенко Н.В., Тюлебаев С.Д. Воспроизводительная способность симментальских маток различных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3(31). С. 156-158.

5. Влияние возраста первого отёла коров чёрно-пёстрой породы на показатели молочной продуктивности / В.Г. Кахикало, О.В. Назарченко, Л.А. Шабунин, Н.А. Шабунина // Главный зоотехник. 2015. № 5-6. С. 11-15.

6. Улимбашев М.Б., Тхашигугова А.С., Гостева Е.Р. Воспроизводительная способность и иммунологический статус симментальского и помесного скота // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 82-91.

7. Влияние некоторых паратипических факторов на воспроизводительные способности крупного рогатого скота / Г.П. Ковалёва, М.Н. Лапина, Н.В. Сулыга, В.А. Витол // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54. № 2. С. 93-97.

8. Invited review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows / L.M. Chagas, J.J. Bass, D. Blache, C.R. Burke, J.K. Kay, D.R. Lindsay, M.C. Lucy, G.B. Martin, S. Meier, F.M. Rhodes, J.R. Roche, W.W. Thatcher and R. Webb // Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90. P. 4022-4032.

9. Борисов А.Ю., Батанов С.Д., Краснова О.А. Молочная продуктивность и воспроизводительные качества коров-первотёлок черно-пестрой породы при использовании в рационах антиоксидантов // Научные исследования и разработки к внедрению в АПК: материалы науч.-практ. конф. молодых учёных. Иркутск: Иркут. ГСХА, 2012. С. 153-155.

10. Бельков Г.И., Панин В.А. Повышение генетического потенциала продуктивности и устойчивости к биотическим и абиотическим факторам крупного рогатого скота в условиях Южного Урала // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 134-142.

11. Муратова Л.М., Исламова С.Г., Сахаутдинов И.Р. Сравнительная оценка воспроизводительной способности коров симментальской породы местной и австрийской селекции // Особенности развития агропромышленного комплекса на современном этапе: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 16-17 марта. Уфа: БГАУ, 2011. Ч. I. С. 162-164.

12. Сахаутдинов И.Р., Исламова С.Г., Муратова Л.М. Воспроизводительные качества импортных коров в условиях Зауралья Республики Башкортостан // Современные основы рационализации технологии воспроизводства сельскохозяйственных животных в условиях индустриальной системы производства в АПК: материалы Всерос. молодёж. науч. шк. Уфа: Баш. ГАУ, 2012. С. 160-162.

13. Продуктивные и воспроизводительные показатели симментальских коров различной селекции в условиях Калужской области / В.Н. Мазуров, П.С. Семешкина, З.С. Санова, Н.Е. Джумаева // Молодой учёный. 2015. № 5-2 (85). С. 26-29.

14. Янкова Г.Н. Хозяйственно-полезные признаки коров симментальской породы немецкой и местной селекции в условиях Забайкалья: дис. ... канд. с.-х. наук. Новосибирск, 2004. 218 с.

Гостева Екатерина Ряшитовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела животноводства ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7, тел.: (8452)64-76-88, e-mail: ekagosteva@yandex.ru.

Улимбашев Мурат Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры зоотехнии ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, пр. Ленина, д. 1 «в», тел.: (8662)40-31-67, 8-963-393-70-87, e-mail: murat-ul@yandex.ru

Поступила в редакцию 16 октября 2018 года

UDC 636.082.4(470.4)

Gosteva Ekaterina Ryashitovna[1], Ulimbashev Murat Borisovich[2]

[1] *FSBSI «Research Institute of South-East Region»,* e-mail: ekagosteva@yandex.ru

[2] *FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov,*
e-mail: murat-ul@yandex.ru

Reproductive features of the Volga Simmentals as markers of their adaptation to environmental factors

Summary. There are results of the analysis of reproductive qualities of Simmentals breed of Russian and German selection in herds of different productivity levels in the Lower Volga region.

Conception rate of heifers and cows as one of indicators of the reproductive ability of experimental animals after the first, second, third and more insemination, insemination index, age of attaining the first calving, length of the dry, interstitial and service periods, reproductive ability ratio (RAR) were studied. It was revealed that fertility indices were determined both by selection of the Simmentals and by productivity and, consequently, by the nutrition of herds. Thus, at the breeding plant conditions the heifers of the German selection fertilized from the first insemination more than other (by 4 %), whereas in the agricultural production cooperative (APC) «Abodimovsky» – the peers of Russian selection (by 10 %). At the same time, regardless of the selection of heifers, animals belonging to «Mummovskoye» breeding plant were characterized by the greatest fertility after first insemination and animals of the APC «Abodimovsky» – after second, third and more insemination. Similar trends were observed in cows after the first, second, and third calving. As a result, in the breeding plant, the heifers of German selection, according to insemination index, differed favorably, which costs of seed doses for fruitful insemination were 0.1 units less than for Russian bred animals. The reverse trend was observed in the APC «Abodimovsky». By the age of first calving the animals of Russian selection underperform comparing to animals of German selection on average by 42-46 days (P>0.999). The RARs obtained in the breeding plant conditions, although slightly (by 0.01-0.02 units), were higher in groups of the Simmentals of Russian selection which indicates that one calf were received from these cows during the calendar year. In the APC «Abodimovsky» the RAR in the Russian cattle group was 0.99 units in the second calving which is 0.03 units higher (P>0.99) compared with German Simmentals group, in the third calving only 0.97 units or 0.04 units above (P>0.999).

Key words: heifers, cows, Simmental, Russian selection, German selection, productive ability.

УДК 575.174.015.3

Микросателлитный анализ якутского скота

Н.П. Филиппова[1], Н.И. Павлова[1], Л.П. Корякина[2], Н.П. Степанов[3], Н.Н. Мордовской[3], Н.Н. Григорьева[2]

[1] ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем»
[2] ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия»
[3] ГБУ Республики Саха (Якутия) «Сахаагроплем»

Аннотация. Методом ДНК-анализа определены генотипы 97 животных якутского скота по 15 микросателлитным локусам ДНК: ETH3, CSSM66, INRA23, BM1818, ILSTS6, TGLA227, TGLA126, TGLA122, SPS115, ETH225, TGLA53, CSRM60, BM2113, BM1824, ETH10. Выявлено, что внутрипородная структура якутского скота различается в аллельном спектре по 15 микросателлитным локусам. Из 15 исследованных микросателлитных локусов 9 обладают высокой степенью гетерозиготности – от 0,6 до 0,8. Частота встречаемости различных аллелей 15 микросателлитных локусов в изученной выборке варьировала от 0,5 % до 82,5 %. При этом подавляющее большинство аллелей встречалось с частотой менее 50 %. Всего у исследованных животных было идентифицировано 77 аллелей. Число аллелей на локус варьировалось от 2 (BM1818) до 9 (TAGLA53), а значения PIC – от 0,272 до 0,742. Среднее число на локус составило 5,13±0,456. Значения уровней наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности находились в пределах 0,351-0,814 (в среднем 0,605±0,038) и 0,300-0,776 (в среднем 0,600±0,037) соответственно.

Ключевые слова: скотоводство, местные породы, якутский скот, полиморфизм, микросателлитные локусы, ДНК-анализ, аллели, гетерозиготность.

Введение.

Скотоводство является традиционным занятием народов Якутии, испокон веков занимавшихся разведением уникального якутского скота [1-4]. Находясь в экстремальных природно-климатических условиях, якуты вывели прекрасно адаптированный к местным условиям скот и создали уникальную скотоводческую культуру в условиях Крайнего Севера, включая зону Арктики. Якутский скот отличается неприхотливостью, минимальной потребностью в кормах, высоким содержанием жира в молоке и питательностью мяса [5-8].

Изучению генетической структуры популяций якутского скота по частотам антигенов крови посвящены работы ряда учёных [9-11]. В результате этих исследований выявлен широкий спектр распространения эритроцитарных антигенов в популяции местного якутского скота, а также характерные для них особенности в различных системах групп крови.

Открытие микросателлитных последовательностей генома сельскохозяйственных животных, имеющих очень высокий уровень полиморфизма, стало новым этапом генетической оценки. На уровне генотипа изменения могут быть оценены на любом из этапов разведения скота [12-15].

Согласно базе данных INRA (French National Institute for Agricultural research) у крупного рогатого скота выявлено 2402 микросателлита, из которых 2244 картированы (микросателлиты имеются на всех 30 парах хромосом) [16].

Местные породы могут обладать присущими только им комбинациями аллелей и быть важным резервом генетической вариабельности для коммерческих пород домашних животных. Очевидно, что такие аллели должны быть обнаружены, сохранены и использованы в селекционной работе [17]. Поэтому крайне актуально выявить генетически уникальные породы.

Цель исследования.

Изучить уровень генетического разнообразия в популяциях якутского скота с использованием мультилокусного анализа по гипервариабельным микросателлитным последовательностям ДНК.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Якутский крупный рогатый скот.

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

Схема эксперимента. Для исследований был взят якутский скот в количестве 97 голов генофондного хозяйства ГБУ РС (Я) «Сахаагроплем» в двух филиалах: «Онхой» Верхне-Вилюйского района (n=49), «Кылыс» Горного района (n=48) Республики Саха (Якутия).

Материалом для генетического анализа микросателлитных локусов послужили образцы ДНК, выделенные стандартным фенольно-хлороформным методом [18]. Крупный рогатый скот генотипировали, используя набор реагентов COrDIS Cattle для молекулярно-генетической характеристики крупного рогатого скота, с целью анализа родства и ДНК-индивидуализации животных на основе мультиплексного ПЦР-анализа 15-ти локусов, содержащих короткие тандемные повторы (STR), известные также как микросателлитные локусы (ETH3, CSSM66, INRA23, BM1818, ILSTS6, TGLA227, TGLA126, TGLA122, SPS115, ETH225, TGLA53, CSRM60, BM2113, BM1824, ETH10).

Каждый локус оценивали по длине, числу частных и эффективных аллелей, наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, PIC – показателю информативности, Fis – коэффициенту, отражающего дефицит или избыток гетерозигот в популяции.

Оборудование и технические средства. Выделение ДНК проводили в лаборатории популяционной генетики ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем». Микросателлитный анализ проводился в лаборатории ООО «Гордиз» (г. Москва) по 15 локусам микросателлитов. Крупный рогатый скот генотипировали с помощью набора реагентов COrDIS Cattle (ООО «Гордиз», Россия). Фрагменты амплификации идентифицировали на генетическом анализаторе «НАНОФОР-05» («Синтол», Россия) с применением капиллярного электрофореза с детекцией лазериндуцированной флуоресценции.

Статистическая обработка. Полученные данные обрабатывали с использованием программного обеспечения «GenAlEx» (v.6.5) (Австралия) [19].

Результаты исследования.

На начало 2018 года поголовье якутского скота составляло 1681 голов, в том числе 666 коров (табл. 1). В Якутии якутский скот разводится в одиннадцати районах – Эвено-Бытантайском, Амгинском, Намском, Горном, Таттинском, Чурапчинском, Мегино-Кангаласском, Хангаласском, Сунтарском, Жиганском и Оймяконском.

Таблица 1. **Динамика поголовья якутского скота в Республике Саха (Якутия) на 2011-2018 г., голов**

Показатели	По годам							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Поголовье якутского скота (гол.),	1267	1440	1465	1391	1343	1471	1519	1681
в т. ч. коров (гол.)	489	541	532	547	541	573	638	666

Методом ДНК-анализа определены генотипы 97 животных якутского скота двух хозяйств по 15 микросателлитным локусам ДНК: ETH3, CSSM66, INRA23, BM1818, ILSTS6, TGLA227, TGLA126, TGLA122, SPS115, ETH225, TGLA53, CSRM60, BM2113, BM1824, ETH10. Выявлено, что внутрипородная структура якутского скота различается в аллельном спектре по 15 микросателлитным локусам.

Всего у исследованных животных было идентифицировано 77 аллелей. Число аллелей на локус варьировалось от 2 (BM1818) до 9 (TAGLA53) (рис. 1). Среднее число на локус (Na) составило 5,13±0,456. Меньшее генетическое разнообразие якутского скота выражается и в малом количестве эффективных аллелей (Ne), среднее значение которого равно 2,780±0,226.

Наиболее полиморфным локусом оказался TGLA227 (Ne=4,461), а наименее – локус SPS115 (Ne=1,428).

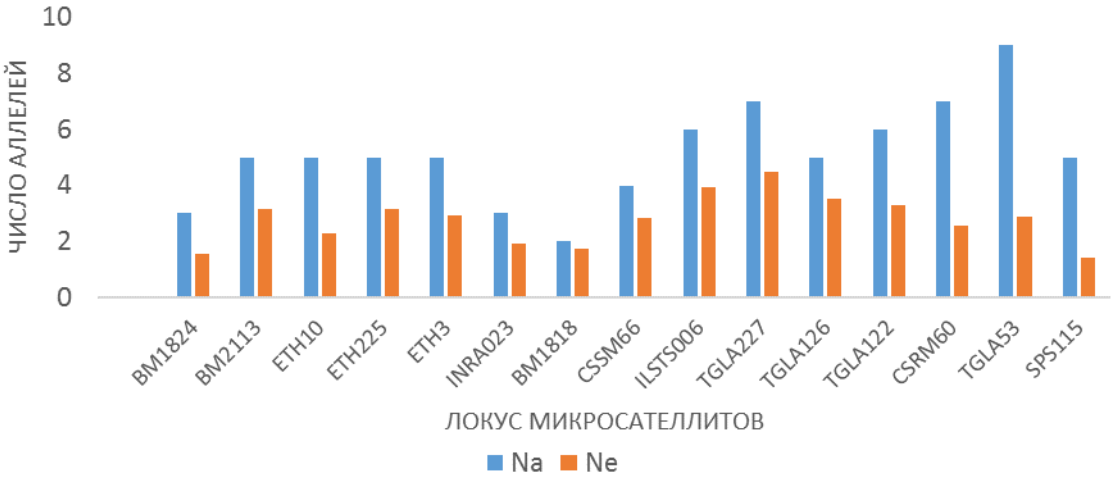


Рис. 1 – Число аллелей (Na), число эффективных аллелей (Ne) микросателлитных локусов якутского скота

Установлено, что частота встречаемости различных аллелей варьировала от 0,5 % до 82,5 %. При этом подавляющее большинство аллелей встречалось с частотой менее 50 %. Было выявлено 12 редких аллелей для данной популяции (ETH3 (115), CSSM66 (183), TAGLA227 (89,93), TAGLA126 (119), SPS115 (252, 262), TAGLA53 (166,184), CSRM60 (92, 100), ETH10 (213).

Уровень наблюдаемой гетерозиготности (H_o) варьировал от 0,351 (SPS115) до 0,814 (ILSTS6, TAGLA227), а показатель ожидаемой гетерозиготности (H_e) – от 0,300 (SPS115) до 0,776 (TAGLA227) (рис. 2). Высокие значения гетерозиготности свойственны микросателлитным локусам из-за множественности аллельных вариантов, обусловленных изменчивостью числа повторяющихся мотивов ДНК.

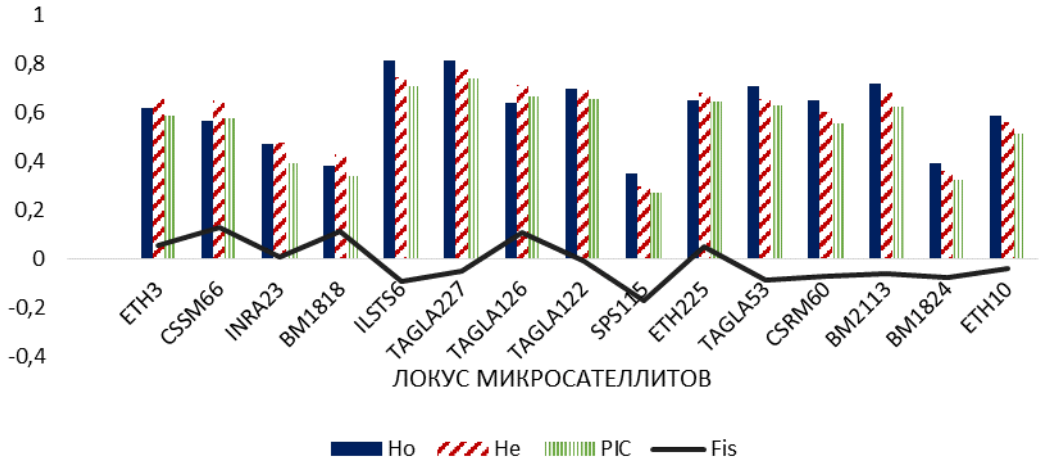


Рис. 2 – Уровень наблюдаемой (H_o), уровень ожидаемой (H_e) гетерозиготности, показатель информативности (PIC) и индекс фиксации (Fis) у якутского скота

Из 15 исследованных микросателлитных локусов 9 обладают высокой степенью гетерозиготности – от 0,6 до 0,8. Наибольшее значение степени гетерозиготности у якутского скота выявлено для локусов TGLA 227 (0,814) и ILSTS006 (0,814), низкое – у локусов SPS115 (0,351) и BM1818 (0,381).

Нарушение генетического равновесия выявлено по микросателлитному локусу TAGLA53 (χ^2=166,89; *df*=36; P<0,05).

Результаты расчётов показали, что для 11 локусов из 15 показатель информативности превышает значение 0,5, что свидетельствует о высокой информативной ценности локусов для выявления генетических различий между животными и группами животных. Наибольший показатель PIC имели локусы TGLA 227 (0,742) и ILSTS006 (0,712). Наименьшее значение показателя информативности отмечается у локуса SPS 115 – 0,272.

Эффективным инструментом оценки избытка или недостатка гетерозигот является показатель индекса фиксации, используемый в популяционной генетике в качестве критерия достоверности принадлежности группы особей к конкретной популяции. Показатель индекса фиксации достаточно точно отражает избыток или недостаток гетерозигот для большинства из изученных микросателлитных локусов – в случае избытка гетерозигот его значение было отрицательным (BM1824 (-0,077), BM2113 (-0,059), ETH10 (-0,042), ILSTS006 (-0,091), TGLA227 (-0,050), TGLA122 (-0,008), CSRM60 (-0,071), TGLA53 (-0,086), SPS115 (-0,170); недостатка гетерозигот – положительным (ETH225 (0,052), ETH3 (0,058), INRA023 (0,008), BM1818 (0,115), CSSM66 (0,128), TGLA126 (0,107).

Обсуждение полученных результатов.

По статистическим данным на начало 2018 г. поголовье якутского скота составляет 1681 голов и разводится в одиннадцати районах Якутии. Для сохранения и увеличения поголовья уникального якутского скота приняты меры государственной поддержки, благодаря которым за последние три года (2016-2018 гг.) наблюдается положительная динамика роста поголовья.

На сегодняшний день проблема сохранения генетических ресурсов домашних животных стала одной из самых актуальных в мире. Для сохранения генетической изменчивости и эффективного использования малочисленных стад предложены различные приёмы. Так, по данным ФАО, при разделении популяций на субпопуляции, обменивающиеся между собой единичными особями, например, быками, устойчивость системы существенно повышается, и потери аллелей в те же сроки, что и в случае не подразделенной популяции, не происходит [20].

Проведённый анализ показал наличие высокого полиморфизма микросателлитов [21, 22]. Число аллелей по 15 локусам микросателлитов варьирует от 2 до 9.

Исходя из полученных данных, следует, что меньшее генетическое разнообразие (Na=5,13±0,456; Ne=2,780±0,226) и средний уровень гетерозиготности (H_o=0,604±0,036) указывают на то, что исследованные популяции якутского скота являются закрытыми. Полученные данные согласуются с данными других исследователей [23]. И тем не менее, наблюдаемая гетерозиготность популяции выше ожидаемой по 9 локусам микросателлитов, т. е. система случайного скрещивания преобладает над инбридингом, что подтверждается отрицательным значением Fis (-0,012±0,023). Было выявлено 12 редких аллелей для данной популяции якутского скота – (ETH3 (115), CSSM66 (183), TAGLA227 (89,93), TAGLA126 (119), SPS115 (252, 262), TAGLA53 (166,184), CSRM60 (92, 100), ETH10 (213). Выявленные редкие аллели свидетельствуют об уникальности якутского скота.

Выводы.

Результаты проведённых исследований якутского скота свидетельствуют о широком полиморфизме микросателлитов. Для сохранения аборигенного якутского скота и поддержания оптимального уровня генетического разнообразия необходимо проводить контроль параметров генетической структуры и ротацию быков-производителей.

Литература

1. Иванов В.Ф. Историко-этнографическое изучение Якутии XVII-XVIII вв.: монография. М.: Изд-во «Наука», 1974. 286 с.

2. Горохов Н.И. Проблемы совершенствования молочного скота в условиях Республики Саха (Якутия): автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2005. 38 с.

3. Актуальные направления исследований в животноводческой отрасли Республики Саха (Якутия) / В.В. Романова и др. // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2017. № 3. С. 107-114.

4. Абрамов А.Ф. Прошлое и будущее якутской породы скота. Якутск, 2017. 40 с.

5. Чугунов А.В. Адаптация крупного рогатого скота в условиях Крайнего Севера: монография. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1993. 64 с.

6. Иванова З.И. Генофонд антигенов крови крупного рогатого скота Якутии: монография. Новосибирск, 1997. 149 с.

7. Корякина Л.П. Местные породы: аборигенный якутский скот // VetPharma Farm Animals. 2013. № 2. С. 43-47.

8. Саха Ынага – дар предков: монография / Р.Г. Попов, Р.И. Бравина, С.И. Заровняев, Г.Н. Осипова, И.А. Филиппова. Якутск: Изд-во «Бичик», 2013. 176 с.

9. Черкашенко В.И. Генетические особенности крупного рогатого скота туранo-монгольской группы по полиморфным системам крови в связи с сохранением генофонда: дис. … канд. биол. наук. Л.: Пушкин, 1984. 132 с.

10. Алексеева П.Е., Иванова З.И. Генетический полиморфизм эритроцитарных антигенов якутского скота // Доклады ВАСХНИЛ. 1989. № 7. С. 29-31.

11. Иванова З.И. Генофонд антигенов крови крупного рогатого скота Якутии: монография. Новосибирск, 1997. 149 с.

12. Калашникова Л.А., Дунин И.М., Глазко В.И. Селекция XXI века: использование ДНК-технологий. Лесные Поляны: Изд-во ВНИИплем, 2000. 31 с.

13. Эрнст Л.К., Зиновьева Н.А. Биологические проблемы животноводства в XXI веке. М.: РАСХН, 2008. 501 с.

14. Анализ 30 микросателлитных маркеров у шести локальных популяций крупного рогатого скота / Т.Ю. Киселева, Б.Е. Подоба, Е.Е. Заблудовский, В.П. Терлецкий, Н.И. Воробьев, Ю. Кантанен // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 6. С. 20-25.

15. Денискова Т.Е., Соловьева А.Д., Зиновьева Н.А. Изучение динамики изменений аллелофонда и генетического разнообразия в трёх популяциях романовских овец с помощью микросателлитов // Биотехнология в растениеводстве, животноводстве и ветеринарии: материалы XXVII Всерос. молодёж. конф., посвящ. памяти академика РАСХН Г.С. Муромцева М.: ФГБНУ ВНИИСБ, 2017. С. 22-23.

16. Анализ 30 микросателлитных маркеров у шести локальных популяций крупного рогатого скота / Т.Ю. Киселева, Б.Е. Подоба, Е.Е. Заблудовский и др. // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 4. С. 20-25.

17. Grzybowski G., Prusak B. Genetic variation in nine European cattle breeds as determined on the basis of microsatellite markers III. Genetic integrity of the Polish Red cattle included in the breeds preservation programme // Animal Science Papers and Reports. 2004. 22(1). P. 45-46.

18. ДНК-технологии оценки сельскохозяйственных животных / Л.А. Калашникова, И.М. Дунин, В.И. Глазко и др. Лесные поляны: ВНИИплем, 1999. 147 с.

19. Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research – an update // Bioinformatics. 2012. Vol. 28. P. 2537-2539.

20. Столповский Ю.А., Захаров-Гезехус И.А. Проблема сохранения генофондов доместицированных животных // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21. № 4. С. 477-486.

21. Характеристика аллелофонда сычевской породы крупного рогатого скота по ДНК микросателлитам / Д.Н. Кольцов, В.В. Волкова, Е.А. Гладырь и др. // Достижения науки техники в АПК. 2012. № 8. С. 56-58.

22. Аржанкова Ю.В., Мосачихина И.А., Харитонов А.В. Генетические особенности чёрнопёстрого и помесного крупного рогатого скота по микросателлитным локусам // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 7-11.

23. Характеристика аллелофонда якутского скота по микросателлитам / Е.А. Гладырь, Я.Л. Шадрина, П.В. Горелов и др. // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 6. С. 65-69.

Филиппова Наталья Павловна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела молекулярной генетики ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем», 677010, г. Якутск, ул. Сергеляхское шоссе, 4, тел.: 8-914-303-43-95, e-mail: inniah1970@list.ru

Павлова Надежда Ивановна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела молекулярной генетики ФГБНУ «Якутский научный центр комплексных медицинских проблем», 677010, г. Якутск, ул. Сергеляхское шоссе, 4, тел.: 8-914-303-43-95, e-mail: inniah1970@list.ru

Корякина Лена Прокопьевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, заведующий кафедрой физиологии сельскохозяйственных животных и экологии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», 677008, Якутск, ул. Чайковского 32/1, тел.: 8924360-81-67, e-mail: koryrinalp_2017@mail.ru

Степанов Николай Прокопьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель руководителя ГБУ Республики Саха (Якутия) «Сахаагроплем», 677000, г. Якутск, ул. Орджоникидзе, 20, к. 204, тел.: 8964415-74-05, e-mail: nikprok74@mail.ru

Мордовской Ньургун Николаевич, главный зоотехник ГБУ Республики Саха (Якутия) «Сахаагроплем», 677000, г. Якутск, ул. Орджоникидзе, 20, к. 204, тел. 8964415-74-05, e-mail: nikprok74@mail.ru

Григорьева Наталья Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии сельскохозяйственных животных и экологии факультета ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Якутская государственная сельскохозяйственная академия», 677008, г. Якутск, ул. Чайковского 32/1, тел.: 8-914-108-58-86, e-mail: nataliag@mail.ru

Поступила в редакцию 31 октября 2018 года

UDC 575.174.015.3

Filippova Natalya Pavlovna[1], Pavlova Nadezhda Ivanovna[1], Koryakina Lena Prokopievna[2], Stepanov Nikolay Prokopievich[3], Mordovsky Nyurgun Nikolaevich[3], Grigorieva Natalya Nikolaevna [2]

[1] *FSBSI «Yakut Scientific Center for Complex Medical Problems»*, e-mail: inniah1970@list.ru

[2] *FSBEI HE «Yakut State Agricultural Academy»*, e-mail: koryrinalp_2017@mail.ru

[3] *SBI of the Sakha Republic (Yakutia) «Sakhaagroplem»*, e-mail: nikprok74@mail.ru

Microsatellite analysis of Yakut cattle

Summary. Using DNA analysis there were identified 97 genotypes of Yakut cattle by 15 microsatellite DNA loci: ETH3, CSSM66, INRA23, BM1818, ILSTS6, TGLA227, TGLA126, TGLA122, SPS115, ETH225, TGLA53, CSRM60, BM2113, BM1824, ETH10. It was revealed that intra-breed structure of the Yakut cattle differs in the allelic spectrum by 15 microsatellite loci. 9 of the 15 microsatellite loci studied have a high degree of heterozygosity – from 0.6 to 0.8. Alleles frequency of 15 microsatellite loci in the studied sample varied from 0.5 % to 82.5 %. At the same time, the overwhelming majority of alleles had frequency less than 50 %. A total of 77 alleles were identified in the studied animals. The number of alleles per locus ranged from 2 (BM1818) to 9 (TAGLA53), and PIC values ranged from 0.272 to 0.742. The average number per locus was 5.13±0.456. The levels of the observed and expected heterozygosity ranged from 0.351-0.814 (on average 0.605±0.038) and 0.300-0.776 (on average 0.600±0.037), respectively.

Key words: beef cattle breeding, local breeds, Yakut cattle, polymorphism, microsatellite loci, DNA-analysis, alleles, heterozygosity.

УДК 636.033 (574.1)

Клинико-физиологические и воспроизводительные особенности скота герефордской, абердин-ангусской пород зарубежной селекции и отечественной казахской белоголовой породы

Е.Г. Насамбаев, К.К. Бозымов, А.Б. Ахметалиева, А.Е. Нугманова, А.К. Жумаева, Д.А. Дуимбаев
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»

Аннотация. В статье приведены результаты исследования клинико-физиологических показателей крупного рогатого скота герефордской, абердин-ангусской пород зарубежной селекции и отечественной казахской белоголовой породы при акклиматизации к условиям полупустынной зоны Западного Казахстана.

Коэффицент толерантности был наиболее высоким у быков казахской белоголовой породы по сравнению со сверстниками герефордской породы на 7,4 %, а с абердин-ангусской – на 5,9 %. Между коровами разных пород в зимний период заметных различий не наблюдалось. В летний период более предпочтительным коэффицентом толерантности отличались быки казахской белоголовой породы и разница составляла по сравнению с герефордской породой 11,9 %, а по сравнению с абердин-ангусской породой – 7,4 %. Индексы теплоустойчивости у животных герефордской и казахской белоголовой пород были выше по сравнению с абердин-ангусами соответственно на 4,7 и 11,6 %, что свидетельствует о лучшей устойчивости их организма к повышенным температурам окружающей среды.

Основные физиологические показатели организма животных завезённых из-за рубежа герефордской и абердин-ангусской пород находились в пределах нормы, что свидетельствует о блогоприятном течении адаптации животных к местным природно-климатическим условиям полупустынной зоны Западного Казахстана.

У коров казахской белоголовой породы был самый минимальный межотёльный период (346,8 сут), максимальный – у коров герефордской и абердин-ангусской пород (351,3-351,9 сут).

Ключевые слова: крупный рогатый скот, герефордская порода, абердин-ангусская порода, казахская белоголовая порода, американская селекция, акклимитизация, полупустынная зона.

Введение.

В настоящее время для увеличения производства говядины высокого качества наряду с расширением отечественного поголовья специализированного скота завозится импортный скот мясных пород. Наибольшую часть составляют герефордская и абердин-ангусская породы, доля которых в хозяйствах Западно-Казахстанской области – 14,4 %. Необходимость изучения акклиматизационной способности тех или иных пород обусловлена, прежде всего, определёнными различиями природно-климатических условий на родине и в месте следующего разведения. В отдельных вариантах при тяжёлой акклиматизации животных приходится корректировать программы селекционно-племенной работы для сохранения генофонда завезённого скота [1-4].

В настоящее время как в Республике Казахстан, так и в Российской Федерации реализовывается программа импорта маточного поголовья из дальнего зарубежья. Учёные [5-7] считают, что такое крупное мероприятие требует предварительной детальной проработки с учётом экономичности, наличия производственной и кормовой базы, кадрового потенциала и инфраструктуры. Академик А.В. Черекаев и другие учёные [8-9] отмечали, что адаптация – первая фаза акклиматизации животных, когда естественный отбор преобладает над искусственным. В процессе адаптации животные привыкают к новым условиям кормления и содержания, окружающей обстановке, помещениям, людям и животным, к новому распорядку дня.

Цель исследования.

Изучение акклиматизационной способности и определение хозяйственно-полезных качеств чистопородных коров герефордской и абердин-ангусской пород зарубежной селекции и отечественной казахской белоголовой породы в условиях полупустынной зоны Западного Казахстана.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы и быки в возрасте 4 лет герефордской, абердин-ангусской и казахской белоголовой пород.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1997 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.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. По данным интернет-ресурсов, климат в Северной Дакоте (США) – континентальный, характеризуется жарким летом и холодной зимой. Средняя температура января находится в пределах от -8 °С до -16 °С, июля – +18...+24 °С. Среднее количество осадков варьирует от 220 до 560 мм. Пастбищный период приходится на период с мая по ноябрь. Пастбищные угодья постепенно засевались в течение 3-х лет многолетними травами.

В Западно-Казахстанской области средняя температура воздуха за последние семь лет в зимний период составляла -9,9 °С, в летний период она равнялась +23,3 °С. Среднегодовой осадок составлял 338,1 мм. Из приведённых данных можно отметить, что температурные параметры в разные сезоны года и среднегодовые осадки резко не отличаются в расматриваемых регионах двух стран, что в определённой мере даёт основание предполагать о возможной мягкой акклиматизации скота зарубежной селекции.

Схема эксперимента. Исследования проводились в КХ «Муса» с герефордами и абердин-ангусскими и в КХ «Хафиз» – с казахской белоголовой породой Жангалинского района Западно-Казахстанской области. Хозяйства имеют статус племрепродуктора. Животные были завезены в конце 2013-начале 2014 года.

Исследование показателей акклиматизационной способности скота зарубежных пород осуществлялось в 2017 году в осенний, в 2018 году – в зимний, весенний, летний периоды по методике изучения клинических показателей при акклиматизации импортных пород крупного рогатого скота. Измерялись показатели температуры и относительной влажности воздуха.

Исследования клинико-физиологических показателей проводились по общепринятым методикам отдельно по быкам (n=5) и коровам (n=5). Результаты температуры тела животных, частоты дыхательных движений (ЧДД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) учитывались три раза в день в 07.00-08.00, 14.00-15.00 и 20.00-21.00, в два смежных дня по сезонам года. На основании клинических данных рассчитывались показатели адаптационной способности: коэффициенты адаптации – КА (по Р. Бензеру, 1970), толерантности – КТ, термоустойчивости – КТМ (по Роуду, 1944), индексы теплоустойчивости – ИТУ и холодоустойчивости – ИХУ (по О.Ю. Раушенбаху, 1975).

В хозяйствах, где проводился научно-хозяйственный опыт, практикуются ранневесенние отёлы. Воспроизводительные качества 4-летних коров определялись по показателям сервис-периода, индексу осеменения с последующей зачисткой быками-производителями только у коров казахской белоголовой породы, оплодотворяемости, межотёльному периоду, выходу телят.

Пастбищный период длится с апреля по 10 декабря. Для выпаса скота используются несколько типичных степных пастбищ, где преобладают разнотравно-типчаковые травостои с ковылём перистым, а в полупустынных участках – типчаково-полынные травостои.

В зимний стойловый период в рационы включают сено разнотравное собственного производства и смесь концентрированных кормов. При -30 °С животные спокойно лежали на снегу, для них был сооружён трёхстенный навес. Для защиты от ветров площадки, где содержатся животные в зимний период (с ноября по апрель) оборудуются ветрозащитными сооружениями: естественный рельеф, ветроразрушающие заборы, стога из тюкованного сена и соломы.

Следует отметить, что в период разведения скота зарубежной селекции в хозяйстве учитывались отрицательные факторы акклиматизации и адаптации их в новых условиях, а также повышенная реакция животных ценных генотипов к воздействию внешней среды.

Оборудование и технические средства. Электронные весы, термометр, ультразвуковой аппарат KX5200 («KAIXIN», КНР). Показатели температуры и относительной влажности воздуха определялись с помощью психрометра (Россия).

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.

Исследования позволили установить, что показатели температуры тела, частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений находятся в пределах физиологических норм (табл. 1).

Таблица 1. **Физиологические показатели животных разных генотипов (X±Sx)**

Порода	Группы	n	Клинические показатели		
			температура тела, °С	частота дыхательных движений	частота пульса
Осень (t=+15 °С)					
Герефордская	Быки	5	38,1±2,33	21,4±0,70	54,4±2,15
	Коровы	5	37,7±1,15	27,2±0,20	61,8±1,41
Абердин-ангусская	Быки	5	38,2±2,15	19,8±1,30	58,8±1,08
	Коровы	5	37,8±1,20	23,0±0,86	63,4±2,48
Казахская белоголовая	Быки	5	37,6±0,78	21,6±0,30	55,8±2,79
	Коровы	5	37,4±2,12	24,5±2,30	65,8±1,95
Зима (t= -21 °С)					
Герефордская	Быки	5	38,6±1,01	12,2±0,3	59,2±2,6
	Коровы	5	38,1±0,30	12,4±0,3	70,0±2,9
Абердин-ангусская	Быки	5	38,5±1,21	12,8±0,6	69,6±1,1
	Коровы	5	37,9±0,73	13,2±0,3	72,4±1,3
Казахская белоголовая	Быки	5	38,1±1,83	11,8±1,3	68,4±1,5
	Коровы	5	38,2±0,60	12,4±0,9	71,7±1,4
Весна (t=+17 °С)					
Герефордская	Быки	5	38,9±0,3	17,4±1,35	58,2±1,70
	Коровы	5	38,2±1,2	20,8±1,80	65,4±0,62
Абердин-ангусская	Быки	5	38,3±0,6	18,2±0,30	62,0±1,32
	Коровы	5	38,1±0,3	21,6±2,19	64,8±2,71
Казахская белоголовая	Быки	5	38,3±2,1	18,0±2,70	62,7±0,83
	Коровы	5	38,7±0,6	20,4±1,45	65,4±1,75
Лето (t =+30 °С)					
Герефордская	Быки	5	38,5±0,3	24,0±0,7	77,6±1,3
	Коровы	5	39,2±1,2	23,4±1,0	74,2±0,5
Абердин-ангусская	Быки	5	38,7±0,6	25,6±0,5	78,6±1,7
	Коровы	5	38,6±0,3	24,6±1,6	75,2±0,6
Казахская белоголовая	Быки	5	39,1±2,1	23,1±0,5	77,2±1,5
	Коровы	5	39,1±0,6	24,7±0,7	73,4±1,3

Осенью у быков абердин-ангусской породы температура тела была выше по сравнению со свертсниками герефордской породы на 0,1 °С, а частота пульса – на 7,4 % по сравнению с казахской белоголовой породой – на 0,6 °С и 3,4 % соответственно. Температура тела была выше у коров абердин-ангусской породы по сравнению с герефордами на 0,1 °С, с казахской белоголовой породой – на 0,4 °С, а у коров герефордской породы были выше частота дыхательных движений по сравнению со сверстницами абердин-ангусской породы на 15,4 % и казахской белоголовой – на 9,9 %, частота пульса была выше у коров казахской белоголовой породы по сравнению с герефордской на 6,07 % и абердин-ангусской – на 3,64 % соответственно.

Следует отметить, что по клинико-физиологическим показателям по сезонам года не обнаруживалось достоверных различий, что свидетельствует в целом о хорошей акклиматизации животных зарубежной селекции к местным природно-климатическим условиям.

Расчёты показали, что у всех генотипов наблюдались положительные показатели коэффицента адаптации. Считается, что чем меньше значение коэффицента адаптации, тем лучше адаптированы животные. Невысокие значения коэффицента адаптации объясняются тем, что животные завезены из-за рубежа со сходным с местным резко континентальным климатом, что не вызывает резких стрессовых реакций на перемену условий существования.

Следует отметить, что значение всех физиологических показателей (КТ, КА, ИТУ) – оптимальные с точки зрения процессов акклиматизации завезённого скота. Животные зарубежной селекции характеризовались высокими коэффицентами толерантности как в зимний, так и в летний периоды года, что свидетельствует о высокой акклиматизации герефордского и абердин-ангусского скота к изменившимся условиям среды. Коэффицент толерантности был наиболее высоким у быков казахской белоголовой породы по сравнению со сверстниками герефордской породы на 7,4 %, а с абердин-ангусской – на 5,9 %. Между коровами разных пород в зимний период заметных различий не наблюдалось. В летний период более предпочтительным коэффицентом толерантности отличались быки казахской белоголовой породы и разница составляла по сравнению с герефордской породой 11,9 %, а по сравнению с абердин-ангусской породой – 7,4 %. Индексы теплоустойчивости у герефордской и казахской белоголовой пород были выше по сравнению с абердин-ангуссами соответственно на 4,7 и 11,6 %, что свидетельствует о лучшей устойчивости их организма к повышенным температурам окружающей среды.

Успешное воспроизводство стада – один из основных факторов эффективности производства продукции мясного скотоводства, так как единственной товарной продукцией в отрасли является телёнок. Причём воспроизводительная способность коров, кроме всего прочего, определяется породными особенностями, а также природно-климатическими условиями места их разведения [5-7].

Основным показателем, характеризующим воспроизводительную способность мясных коров, является межотёльный период, на цифровые значения которого оказывают влияние все случаи нарушения воспроизводительной функции.

Таблица 2. **Сравнительные данные воспроизводительной способности коров разных пород**

Порода	n	Продолжительность периода, сут			Оплодотворяемость, %	Индекс осеменения	Выход телят, %
		стельность	сервис-период	межотёльного			
Герефордская	120	285,0±1,23	67,3±1,34	351,3±1,41	98,3	-	83,4
Абердин-ангусская	383	284,4±1,45	67,5±1,14	351,9±1,33	97,2	-	82,0
Казахская белоголовая	275	283,2±1,23	65,0±1,73*	346,8±1,98*	-	1,4±0,34	85,3

Примечание: * – P<0,05

Из таблицы 2 следует, что у коров казахской белоголовой породы был самый минимальный межотёльный период (346,8 сут), максимальный – у коров герефордской и абердин-ангусской пород (351,3-351,9 сут). Разница по сравнению с коровами герефордской породы была близка к достоверности первого уровня вероятности при большом числе наблюдений (1,61), а по сравнению с коровами абердин-ангусской породы различия оказались достоверными (P>0,95).

Из-за отсутствия исскусственного осеменения в хозяйстве оплодотворяемость у коров герефордской и абердин-ангусской пород определяли по количеству оплодотворённых коров за случной сезон, а в стаде казахской белоголовой породы при использовании исскусственного осеменения определяли индекс осеменения.

Оплодотворяемость коров герефордской и абердин-ангусской пород в среднем составила 97,75 %.

Индекс осеменения, отражающий количество осеменений, необходимых для оплодотворения, у коров казахской белоголовой породы находился в пределах допустимой величины (1,4).

Незначительное преимущество по продолжительности сервис-периода наблюдалось у коров казахской белоголовой породы (P<0,95).

Показатель выхода телят имеет не только хозяйственное значение, но в определённой степени характеризует и воспроизводительные качества коров. Наиболее высоким показателем выхода телят отличались коровы казахской белоголовой породы, и разница находилась в пределах 1,9-3,3 % по сравнению со сверстниками герефордской и абердин-ангусской пород.

Обсуждение полученных результатов.

В процессе исследований в разные сезоны года нами были изучены у импортированных коров частота дыхания, сердцебиения и температура тела как индикаторы относительной нормы жизненно важных отправлений [10].

При определении частоты дыхания была выявлена динамика повышения этого показателя при снижении температуры тела и, наоборот, при повышении температуры сокращалось количество дыхательных движений.

Из вышеизложенного следует, что все физиологические показатели организма животных завезённых из-за рубежа герефордской и абердин-ангусской пород находились в пределах нормы, что свидетельствует о благоприятном течении адаптации животных к местным природно-климатическим условиям полупустынной зоны Западного Казахстана [11].

В то же время отдельные показатели воспроизводительных качеств зарубежных пород уступали отечественной казахской белоголовой породе, в частности по продолжительности сервис-периода и межотёльного периода.

Выводы.

Животные всех генотипов в целом характеризовались вполне хорошими воспроизводительными качествами, незначительные преимущества имели коровы казахской белоголовой породы.

Клинико-физиологические показатели всех генотипов не имели достоверных различий, в то же время показатели адаптационной способности свидетельствуют о том, что крупный рогатый скот герефордской и абердин-ангусской пород обладает адаптивной пластичностью и хорошей акклиматизационной способностью к резко континентальным условиям полупустынной зоны Западного Казахстана.

Литература

1. Гизатуллин Р.С., Седых Т.А., Адаптивная ресурсосберегающая технология производства говядины в мясном скотоводстве // Saarbrucren: Palmarium Academic Pablishing. 2016. 119 с.

2. Каюмов Ф.Г, Шевхужев А.Ф. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в России // Зоотехния. 2016. № 11. С. 2-6.

3. Мироненко С.И., Косилов В.И., Жукова О.А. Особенности воспроизводительной функции тёлок и первотёлок на Южном Урале // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(2). С. 48-56.

4. Макаев Ш.А., Каюмов Ф.Г., Насамбаев Е.Г. Казахский белоголовый скот и его совершенствование: науч. изд-е. М.: Вестник РАСХН, 2005. 336 с.

5. Фомина Н.В., Лазаренко В.Н. Наследуемость показателей естественной резистентности у животных герефордской породы // Материалы научно-практической конференции. Троицк: УГАВМ, 2006. С. 362-363.

6. Фомина Н.В. Селекционно-генетическая оценка молодняка герефордской породы с учётом генотипа по хозяйственно полезным признакам // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(63). С. 133-134.

7. Воспроизводительная способность скота ведущих заводских линий казахской белоголовой породы / В.И. Косилов, К.К. Бозымов, А.Б. Ахметалиева, Р.К. Абжанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(33). С. 125-128.

8. Черекаев А.В. Мясное скотоводство: породы, технологии, управление стадом. М., 2010. 220 с.

9. Каюмов Ф.Г. Мясное сскотоводство: отечественные породы и типы, племенная работа, организация воспроизводства стада: монография. М.: Вестник РАСХН, 2014. 216 с.

10. Дубовскова М.П., Джуламанов К.М., Мавлюдова Л.А. Использование основных параметров популяционной генетики в селекции скота герефордской породы // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(1). С. 31-36.

11. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Ивонин А.Н. Формирование мясной продуктивности у молодняка герефордской породы разного типа телосложения // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(1). С. 90-97.

Насамбаев Едиге Гапуевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НАО «Западно-Казахстанский аграрно-техничесий университет имени Жангир хана», 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, тел.: 8(777)4682367, e-mail: nasambaeve@mail.ru

Бозымов Казыбай Караевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор НАО «Западно-Казахстанский аграрно-техничесий университет имени Жангир хана», член АЕН, 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, тел.: 8(777)2790203

Ахметалиева Алия Болатовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент НАО «Западно-Казахстанский аграрно-техничесий университет имени Жангир хана», 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, тел.: 8(705)6619930, e-mail: akhmetalieva@mail.ru

Нугманова Аружан Еркиновна, доктор PhD НАО «Западно-Казахстанский аграрно-техничесий университет имени Жангир хана», 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, тел.: 8(777)0606433, e-mail: aru_kyz_90@mail.ru

Жумаева Арайгуль Кажмуханбетовна, магистр селькохозяйственных наук НАО «Западно-Казахстанский аграрно-техничесий университет имени Жангир хана», 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, тел.: 8(702)7908434, e-mail: araikon_90@mail.ru

Дуимбаев Дулат Аканович, магистр селькохозяйственных наук НАО «Западно-Казахстанский аграрно-техничесий университет имени Жангир хана», 090009, Республика Казахстан, г. Уральск, ул. Жангир хана, 51, тел.: 8(777)1430290, e-mail: dulat_18@mail.ru

Поступила в редакцию 27 ноября 2018 года

UDC 636.033(574.1)

Nasambaev Edige Gapuevich, Bozymov Kazybay Karaevich, Akhmetalieva Aliya Bolatovna, Nugmanova Aruzhan Yerkinovna, Zhumaeva Araigul Kazhmukhanbetovna, Duimbaev Dulat Akanovich

NAO «West Kazakhstan Agrarian Technical University named after Zhangir Khan», e-mail: nasambaeve@mail.ru

Clinical, physiological and reproductive peculiarities of Hereford and Angus cattle of foreign selection and Kazakh white-headed breed of Russian selection

Summary. The article presents the results of study of clinical and physiological indicators of cattle of Hereford, Aberdeen-Angus breeds of foreign breeding and Kazakh white-headed breed during acclimatization to the conditions of semi-desert zone of Western Kazakhstan.

The coefficient of tolerance was the highest among the bulls of the Kazakh white-headed breed compared to animals of the same age of the Hereford breed by 7.4 %, and from the Angus breed – by 5.9 %. There were no noticeable differences between cows of different breeds during the winter period.

In the summer period, the bulls of the Kazakh white-headed breed differed in their preferential tolerance ratio and the difference was 11.9 % compared to the Hereford breed, and 7.4 % compared to the Angus breed. Heat resistance indices of animals of the Hereford and Kazakh white-headed breeds were higher than the Angus animals, respectively, by 4.7 and 11.6 %, which testifies to better resistance of their organism to elevated ambient temperatures.

Main physiological indicators of imported animals of the Hereford and Angus breeds were within the normal range, it indicates a favorable course of adaptation of animals to local climatic conditions of the semi-arid zone of Western Kazakhstan.

The cows of the Kazakh white-headed breed had the minimal interbreeding period (346.8 days); the cows of the Hereford and Angus breeds (351.3-351.9 days) had the maximum breeding period.

Key words: cattle, Hereford breed, Angus breed, Kazakh white-headed breed, American selection, acclimatization, semi-desert zone.

УДК 636.082.11:636.22/.28.082.13

Характеристика генетической структуры стада герефордской породы по STR-локусам

О.М. Шевелёва, М.А. Часовщикова
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Аннотация. В статье представлена характеристика генетической структуры стада герефордской породы по 15 STR-локусам нуклеотидных последовательностей ДНК. Материалом для исследования послужили ткани уха 30 тёлок из ООО «Бизон» Тюменской области. Набор маркеров для анализа включал 15 микросателлитов – BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 006, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227. Для достижения поставленной цели были определены частоты встречаемости аллелей, уровень полиморфности, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность, индекс фиксации Райта. В результате обследования установлено, что 15 микросателлитных локусов включали в себя 104 аллеля, частоты которых колебались в диапазоне от 0,017 до 0,683. Среднее число информативных аллелей на локус составляло 6,93, эффективных аллелей – 4,96 или 71,6 %. Увеличение числа аллелей в локусе сопровождалось повышением уровня полиморфности, что подтверждает положительный коэффициент корреляции, величина которого составляла 0,794 ($p<0,001$). Наибольшим уровнем полиморфности характеризовался локус TGLA 53 с числом эффективных аллелей, равным 10,0, а наименьшим –локус TGLA 126 с числом эффективных аллелей 2,3. Анализ генетического разнообразия показал, что наибольшая наблюдаемая гетерозиготность была в локусе TGLA 53 – 0,950, а наибольшая ожидаемая в локусе CSSM 66 – 0,860. Средний уровень наблюдаемой гетерозиготности составлял 0,783, ожидаемой – 0,691, индекс фиксации Райта имел величину, равную минус 0,133, что указывает на высокий уровень генетического разнообразия стада герефордского скота.

Ключевые слова: тёлки, герефордская порода, микросателлиты, полиморфизм, локус, аллель, гетерозиготность.

Введение.

Крупный рогатый скот герефордской породы в Тюменской области разводят с 1996 года, современная популяция животных этой породы формировалась из племенного поголовья, завезённого из племенных заводов Западной Сибири – Новосибирская, Омская области и Алтайский край. В 2012 году с целью обновления генофонда чистопородных стад на территорию области были завезены герефорды из Швеции [1]. На сегодня герефордская порода – самая многочисленная среди всех пород мясного направления продуктивности в области, составляет 55 % или 7789 голов от всего поголовья мясного скота.

Селекционно-племенная работа с породой ведётся посредством отбора и подбора по фенотипическим признакам с учётом родословной. Но как известно, это длительный путь к достижению высоких результатов в селекции. До недавнего времени в практике животноводства области не было доступно использование современных ДНК-технологий, например, таких как геномная оценка. Хотя в практике молочного скотоводства области есть опыт использования результатов ДНК-диагностики генов, ассоциированных с молочной продуктивностью и наследственными заболеваниями [2]. В настоящее время в Тюменской области работает молекулярно-генетическая лаборатория, созданная на базе Государственного аграрного университета Северного Зауралья, которая осуществляет микросателлитный анализ ДНК сельскохозяйственных животных.

Введение в практику высокопроизводительных методов микросателлитного типирования позволит на молекулярном уровне оценить генетическое разнообразие пород, популяций и использовать эту информацию для повышения эффективности геномной селекции, в задачу которой входит использование взаимосвязей между фенотипом и генотипом [3-5]. Микросателлиты являются ДНК-маркерами, которые используют для тестирования отцовства и верификации родословной

скота, а также анализа связи с хозяйственно-полезными признаками и генетическими заболеваниями [6, 7]. Популярность микросателлитных маркеров объясняется их равномерным распределением в геноме, высоким полиморфизмом, кодоминантным наследованием по менделевскому типу, высокой воспроизводимостью результатов [8]. Несмотря на то, что метод микросателлитного анализа общепринят как для индивидуальной, так и для популяционной паспортизации животных, отечественные породы крупного рогатого скота практически не идентифицированы по микросателлитным локусам [9, 10], хотя такая работа уже успешно началась и проводится в разных регионах России, в том числе и Тюменской области [8, 11, 12].

Цель исследования.

Охарактеризовать генетическую структуру стада герефордской породы по STR-локусам нуклеотидных последовательностей ДНК.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Тёлки герефордской породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1997 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 микросателлитных STR-локусов проведены в 2017 году в ООО «Бизон» Тюменской области. Материалом для исследования являлись пробы ткани уха животных (n=30).

Проводились выделения геномной ДНК с помощью набора реагентов для выделения ДНК, анализ ДНК и постановка ПЦР согласно «Методических рекомендаций по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве» [13]. Идентификация фрагментов проводилась методом ПЦР-анализа микросателлитных локусов с последующей детекцией флюоресцентно меченых фрагментов методом капиллярного электрофореза с помощью генетического анализатора. Набор маркеров для анализа включал 15 микросателлитов – BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 006, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227.

В ходе проведения исследований рассчитаны следующие показатели: частота встречаемости аллелей (p) [14], число эффективных аллелей или уровень полиморфности (Ae) [14], наблюдаемая гетерозиготоность (Ho) [15], ожидаемая гетерозиготность (He) [15], индекс фиксации Райта (Fis) [15].

Оборудование и технические средства. Выделение геномной ДНК проводилось с помощью набора реагентов для выделения ДНК DIAtomTM DNA Prep100 (ООО «Лаборатория Изоген», Россия). Для амплификации использован амплификатор ProFlex™96-Well PCR System («ThermoFisher Scientific», США). Идентификация фрагментов проводилась методом ПЦР-анализа микросателлитных локусов с последующей детекцией флюоресцентно меченых фрагментов методом капиллярного электрофореза с помощью генетического анализатора Applied Biosystems 3500 Thermo Fisher («Applied Biosystems», США) в молекулярно-генетической лаборатории Государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень).

Статистическая обработка. Полученный цифровой материал обработан методами вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

Исследования показали, что в 15 микросателлитных локусах у тёлок герефордской породы суммарно обнаружено 104 аллеля, диапазон размеров которых варьировал от 79 до 300 bp. При этом в изучаемых STR-локусах идентифицировано от 4,0 до 11,0 аллелей. Среднее число аллелей на локус составляло 6,93. Наиболее информативными из 15 микросателлитных локусов для исследуемого стада являлись локусы с наибольшим числом аллелей от 9 до 11 – это TGLA 122, TGLA 227, TGLA 53, CSSM 66 и наименее информативными, с минимальным от 4 до 6 – это BM 1824, INRA 023, TGLA 126, BM 1818, CSRM 60, ETH 3, ETH 225 локусы. Анализ частот встречаемости аллелей показал варьирование в диапазоне от 0,017 до 0,683 (табл. 1).

Таблица 1. **Частоты аллелей 15 микросателлитов, р**

Локус	Аллель	Частота	Локус	Аллель	Частота
BM 2113	260	0,083	ILST 006	286	0,017
	262	0,233		288	0,383
	264	0,050		292	0,217
	266	0,583		294	0,250
	268	0,033		296	0,083
	270	0,017		298	0,033
	178	0,167		300	0,017
CSRM 60	180	0,067	INRA 023	206	0,117
	182	0,667		208	0,150
	188	0,100		214	0,683
	125	0,067		216	0,050
CSSM 66	127	0,017	SPS 115	246	0,017
	131	0,100		248	0,350
	133	0,117		252	0,083
	135	0,100		254	0,050
	137	0,050		256	0,183
	139	0,417		258	0,017
	141	0,133		260	0,300
	92	0,033	TGLA 53	154	0,033
	96	0,083		160	0,200
	98	0,117		162	0,233
	100	0,067		164	0,067
	102	0,667		168	0,067
	104	0,033		170	0,133
	179	0,017		172	0,200
	181	0,033		176	0,033
	183	0,067		184	0,017
	185	0,217		186	0,017
	187	0,167	TGLA 122	141	0,167
	189	0,167		143	0,383
	191	0,033		147	0,017
	193	0,150		151	0,250
	195	0,050		153	0,017
	197	0,067		159	0,017
	199	0,033		161	0,033

Продолжение 1 таблицы

1	2	3	4	5	6
ETH 3	115	0,017		167	0,017
	117	0,517		183	0,100
	119	0,350	TGLA 227	79	0,017
	121	0,017		81	0,083
	125	0,033		83	0,067
	127	0,067		87	0,050
ETH 10	211	0,017		89	0,267
	213	0,017		91	0,283
	215	0,083		93	0,150
	217	0,233		97	0,067
	219	0,200		103	0,017
	221	0,433	ETH 225	140	0,267
	225	0,017		144	0,117
TGLA 126	115	0,433		146	0,167
	117	0,417		148	0,217
	121	0,033		150	0,217
	123	0,117		152	0,017

Наибольшая частота встречаемости от 0,517 до 0,683 была характерна для пяти аллелей из пяти разных локусов – 117 (ETH 3), 266 (BM 1818), 182 (BM 1824), 102 (CSRM 60), 214 (INRA 023), а наименьшая – 0,017 для 21 аллеля из 11 локусов – 270 (BM 1818), 127 (BM 2113), 179 (CSSM 66), 115, 121 (ETH 3), 211, 213 и 225 (ETH 10), 152 (ETH 225), 286 и 300 (ILST 006), 246, 258 (SPS 115), 184 и 186 (TGLA 53), 147, 153, 159 и 167 (TGLA 122) и 79, 103 (TGLA 227).

Для оценки уровня полиморфности рассчитали число эффективных аллелей. Известно, что чем меньше число эффективных или активно действующих аллелей, тем ниже генетическое разнообразие популяции. Расчёты показали, что число активно действующих аллелей колебалось от 2,3 в локусе TGLA 126 до 10,0 в локусе TGLA 53. Средний показатель уровня полиморфности анализируемых STR-локусов составил 4,96 (табл. 2). У анализируемых нами подконтрольных животных из 15 идентифицированных STR-локусов пять имели количество аллелей больше среднего уровня полиморфности и оставшиеся 10 – меньше, от 2,3 до 4,7 аллелей. В целом между общим числом аллелей в локусе и числом эффективных аллелей была установлена высокая положительная корреляционная зависимость с коэффициентом корреляции, равным 0,794 ($p<0,001$), из чего следует, что чем больше аллелей в локусе, тем выше уровень полиморфности и генетическое разнообразие стада.

Таблица 2. **Характеристика полиморфизма STR-локусных микросателлитов**

Локус	**Аллели**	**Число аллелей на локус**	**Число эффективных аллелей на локус (Ae)**
BM 1818	260-270	6,0	4,5
BM 1824	178-188	4,0	3,0
BM 2113	127-141	8,0	3,6
CSRM 60	92-104	6,0	4,5
CSSM 66	179-199	11,0	6,3
ETH 3	115-127	6,0	4,5
ETH 10	211-225	7,0	5,0
ETH 225	140-152	6,0	4,7
ILST 006	286-300	7,0	4,3
INRA 023	206-216	4,0	3,5
SPS 115	246-260	7,0	3,5
TGLA 53	154-186	10,0	10,0
TGLA 122	141-183	9,0	8,0
TGLA 126	115-123	4,0	2,3
TGLA 227	79-103	9,0	6,7
$\bar{x}$	-	6,93	4,96
$S_{\bar{x}}$	-	0,52	0,49

Степень наблюдаемой гетерозиготности является показателем генетической изменчивости в популяции, это связано с тем, что гетерозиготы несут разные аллели. Наравне с наблюдаемой гетерозиготностью оценивается показатель ожидаемой гетерозиготности, который точнее характеризует разнообразие исследуемой популяции. Наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность локусных микросателлитов у тёлок герефордской породы представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Гетерозиготность локусных микросателлитов**

Локус	Наблюдаемая гетерозиготность (Но)	Ожидаемая гетерозиготность (Не)	Индекс фиксации (Fis)
BM 1818	0,750	0,595	-0,261
BM 1824	0,667	0,513	-0,301
BM 2113	0,688	0,767	0,104
CSRM 60	0,778	0,528	-0,474
CSSM 66	0,864	0,860	-0,051
ETH 3	0,778	0,604	-0,288
ETH 10	0,800	0,710	-0,126
ETH 225	0,909	0,793	-0,147
ILST 006	0,750	0,735	-0,020
INRA 023	0,714	0,495	-0,443
SPS 115	0,769	0,744	-0,034
TGLA 53	0,950	0,836	-0,136
TGLA 122	0,923	0,751	-0,230
TGLA 126	0,571	0,624	0,085
TGLA 227	0,833	0,807	-0,032
$\bar{x}$	0,783	0,691	-0,133
$S_{\bar{x}}$	0,026	0,031	-

Наибольшим уровнем наблюдаемой гетерозиготности характеризовались локусы TGLA 53 – 0,950, TGLA 122 – 0,923 и ETH 225 – 0,909, наименьшим локус TGLA 126 – 0,571. В свою очередь наибольшей ожидаемой гетерозиготностью обладали локусы CSSM 66 – 0,860, TGLA 53 – 0,836 и TGLA 227 – 0,807, а наименьшей локус INRA 023 – 0,495. Средний показатель наблюдаемой гетерозиготности составлял 0,783, а ожидаемой был меньше и составлял 0,691.

Для установления отклонения гетерозиготных генотипов от теоретически ожидаемой использовали значение индекса фиксации Райта, который имел как положительные, так и отрицательные значения, в первом случае он показывал нехватку гетерозигот, во втором указывал на их избыток. Анализируя индекс фиксации, выяснили, что нехватка гетерозигот наблюдалась по локусам BM 2113 и TGLA 126, при этом величины индексов были не значительными по величине и составляли 0,104 и 0,085 соответственно. Избыток гетерозигот наблюдали по остальным тринадцати локусам, где индекс фиксации колебался в диапазоне от минус 0,474 по локусу CSRM 60 до минус 0,020 по локусу ILST 006. В среднем по 15 STR-локусам индекс фиксации составлял минус 0,133, что свидетельствовало об избытке гетерозигот.

Обсуждение полученных результатов.

Исследования микросателлитных локусов или STR-локусов – коротких тандемных повторов показывают, что для животных одной породы в разных стадах ДНК-профиль индивидуален. Так, например, по сведениям С.Д. Нурбаева [3], A.T. Tyngoziyeva [16], в популяциях герефордов Республики Казахстан среднее количество аллелей в 11 локусах, которые анализировались и в нашей работе, составляло 11,8-12,2, при этом в одной из популяций только локус TGLA 122 содержал 24 аллеля, а локус TGLA 227 – 15 аллелей. В исследуемом нами стаде герефордов эти ло-

кусы также были наиболее информативными, но содержали по 9 аллелей. А вот герефорды, завезённые в Республику Башкортостан из Австралии, по среднему числу информативных аллелей, а также по количеству аллелей в указанных выше локусах оказались более сходны с нашим поголовьем. Как указывают Т.А. Седых и соавторы [4], количество аллелей в локусах TGLA 122 и TGLA 227 у австралийских герефордов составляло 7,0 и 8,0 соответственно, а среднее число информативных аллелей на локус оказалось равным 6,0. В свою очередь по количеству аллелей в локусах ETH 10 и ETH 225 значительных различий между исследуемыми популяциями герефордов, в том числе и нашей, не наблюдали [3, 4, 16].

Средний уровень полиморфности анализируемых STR-локусов, являющийся показателем эффективно действующих аллелей в исследуемом нами стаде, составлял 4,96 аллелей, что согласуется с данными Е.А. Гладырь и других авторов [10], которые указывают на существование в популяции сибирских герефордов в среднем 4,66 эффективных аллелей.

Генетическое или аллельное разнообразие стада характеризуется уровнем ожидаемой гетерозиготности. Гетерозиготность играет значительную роль в адаптации животных, с ней связывают явление гетерозиса. Расчёт этого показателя в подконтрольном нам стаде указал на высокую гетерозиготность – более 0,691, по 9 из 15 локусов. При этом индекс фиксации Райта указывал на незначительный избыток гетерозигот в среднем по анализируемым STR-локусам, что свидетельствует о высоком уровне генетического разнообразия в исследуемом стаде герефордского скота.

Выводы.

Для герефордской породы было характерно наличие в 15 STR-локусах 104 аллелей, при этом на один локус приходилось от 4 до 11 аллелей. Среднее число информативных аллелей на локус составляло 6,93, при этом число эффективных аллелей – 4,96 или 71,6 %. Увеличение числа аллелей в локусе сопровождалось увеличением уровня полиморфности. Наибольшим уровнем полиморфности характеризовался локус TGLA 53 с числом эффективных аллелей, равным 10,0, а наименьшим – локус TGLA 126, содержащий в среднем 2,3 эффективных аллеля. Подконтрольное стадо характеризовалось высоким уровнем генетического разнообразия. Средний уровень наблюдаемой гетерозиготности составлял 0,783, ожидаемой гетерозиготности – 0,691, индекс фиксации Райта имел величину минус 0,133.

Литература

1. Бахарев А.А., Шевелёва О.М., Беседина Г.Н. Характеристика и история формирования мясного скотоводства Тюменской области // Мир Инноваций. 2017. №1. С. 65-69.

2. Relationship between the genetic variants of kappa-casein and prolactin and the productive-biological characteristics of cows of the black-motley breed / M.A. Chasovshchikova, O.M. Sheveleva, M.A. Svjazhenina et al. // Journal of Pharmaceutical Sciences and Research. 2017. № 7. V. 9. P. 1038-1044.

3. Характеристика генофонда крупного рогатого скота герефордской породы по микросателлитным ДНК / С.Д. Нурбаев, А.М. Омбаев, Т.Н. Карымсаков и др. // Современные проблемы сельскохозяйственных наук в мире: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. Казань, 2016. С. 33-36.

4. Полиморфизм микросателлитных локусов крупного рогатого скота герефордской породы различных эколого-генетических генераций / Т.А. Седых, Е.А. Гладырь, И.Ю. Долматова и др. // Вестник АПК Ставрополья. 2014. № 3. С. 121-128.

5. Invited review: Genomic selection in dairy cattle: progress and challenges / B.J. Hayes, P.J. Bowman, A.J. Chamberlain et al. // Journal Dairy Sciences. 2009. № 2. P. 433-443.

6. Application of eighteen microsatellite markers in studies parentage testing and genetic diversity in Holstein cattles / R. Ashoory, C. Amirinia, A. Noshary et al. // International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences. 2015. № 4. P. 5823-5832.

7. Microsatellite DNA polymorphism and its usefulness for pedigree verification in Simmental cattle from Serbia / J. Stevanovic, Z. Stanimirovic, V. Dimitrijevic et al. // Acta Veterinaria (Beograd). 2009. № 5-6. V. 59. P. 621-631.

8. Генетическая характеристика красной горбатовской и суксунской пород крупного рогатого скота по микросателлитным маркерам / В.В. Волкова, Т.Е. Денискова, О.С. Романенкова и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 6. С. 6-8.

9. Оценка результативности тест-системы на основе микросателлитов в проведении ДНК-экспертизы крупного рогатого скота / Е.А. Гладырь, П.В. Горелов, В.Н. Маурчева и др. // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 8. С. 51-54.

10. Изучение изменчивости микросателлитов при создании нового типа мясного скота Сибири / Е.А. Гладырь, Г.М. Гончаренко, П.В. Горелов и др. // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 10. С. 30-32.

11. Polymorphism of Cattle Microsatellite Complexes / A.V. Garkovenko, V.V. Radchenko, E.V. Ilnitskaya et al. // Journal of Pharmaceutical Science and Research. 2018. V. 10. P. 1545-1551.

12. Characterization of the Russian breef cattle breed gene pools using inter simple sequence repeat DNA analysis (ISSR analysis) / G.E. Sulimova, V.N. Voronkova, A.V. Perchun et al. // Russian Journal of Genetics. 2016. № 52. P. 963-968.

13. Методические рекомендации по использованию метода полимеразной цепной реакции в животноводстве / Н.А. Зиновьева, А.Н. Попов, Л.К. Эрнст и др. Дубровицы: ВИЖ, 1998. 47 с.

14. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве: учеб. пособие. М.: Колос, 1977. 174 с.

15. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. М.: Мир, 1988. Т. 3. 336 с.

16. Tyngoziyeva A.T., Karymsakov T.N., Nurbaev S.D. Genetic structure of populations of uazakh whiteheaded and Hereford cattles on the basis of microsatellite DNA // OnLine Journal of Biological Sciences. 2017. № 17. P. 359-362.

Шевелёва Ольга Михайловна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедрой технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7, тел.: 83452290391, e-mail: shevelevaom@gausz.ru

Часовщикова Марина Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии производства и переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7, тел.: 83452290391, e-mail: chsovschikovama@gausz.ru

Поступила в редакцию 26 ноября 2018 года

UDC 636.082.11:636.22/.28.082.13

Shevelyova Olga Mikhailovna, Chasovshchikova Marina Aleksandrovna

FSBEI HE «State Agrarian University of Northern Zauralye», e-mail: shevelevaom@gausz.ru

Characteristics of the genetic structure of the Herford herd according to STR loci

Summary. The article presents the characteristic of the genetic structure of the Herford breed herd at 15 STR-loci of nucleotide DNA sequences. The material for the study was the ear tissue of 30 calves from LLC «Bizon» of the Tyumen region. The set of markers for analysis included 15 microsatellites – BM 1818, BM 1824, BM 2113, CSRM 60, CSSM 66, ETH 3, ETH 10, ETH 225, ILST 006, INRA 023, SPS 115, TGLA 53, TGLA 122, TGLA 126, TGLA 227. To achieve this goal, the frequencies of allele occurrence, polymorphism level, observed and expected heterozygosity, Wright fixation index were determined. The survey found that 15 mic-

rosatellite loci included 104 alleles, whose frequencies ranged from 0.017 to 0.683. The average number of informative alleles per locus was 6.93, effective alleles – 4.96 or 71.6 %. The increase in the number of alleles in the locus was accompanied by an increase in the level of polymorphism, which confirms a positive correlation coefficient, the value of which was 0.794 ($p<0.001$). The highest level of polymorphism was characterized by the TGLA 53 locus with the number of effective alleles equal to 10.0, and the smallest – the TGLA 126 locus with the number of effective alleles 2.3. Analysis of genetic diversity showed that the greatest observed heterozygosity was observed in the TGLA 53 locus – 0.950, and the greatest expected in the CSSM 66 locus – 0.860. The average level of observed heterozygosity was 0.783, the expected level was 0.691, the Wright fixation index had a value of minus 0.133, which indicates a high level of genetic diversity of the Herford herd.

Key words: heifers, Hereford breed, microsatellites, polymorphism, locus, allele, heterozygosity.

УДК 636.082(574.1)

Формирование весового роста у тёлок казахской белоголовой породы и кросса с внутрипородным типом уральский герефорд в условиях сухостепной зоны Западного Казахстана

К.М. Джуламанов[1], Н.П. Герасимов[1], А.Т. Бактыгалиева[2], И.Н. Айтжанова[3]

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

[2] Актюбинский университет им. С. Баишева

[3] Костанайский государственный университет имени А. Байтурсынова

Аннотация. В Республике Казахстан создание конкурентоспособных мясных маточных стад предполагает отбор и разведение высокоинтенсивных генотипов, способных в более ранние сроки к половому и хозяйственному созреванию. В практике совершенствования племенных качеств казахской белоголовой породы применяют контролируемое прилитие крови герефордов импортной и российской селекций. Целью исследований являлось проведение сравнительной оценки потенциала весового роста у тёлок шагатайского типа и его кросса с уральским герефордом в условиях сухих пастбищ Западного Казахстана. После окончания подсосного периода подопытных животных перевели на зимнюю технологию выращивания, где им обеспечивали полноценный сбалансированный рацион, что способствовало максимальной реализации генетического потенциала весового роста у потомства от быков уральского типа герефордов. Перевод на пастбищное выращивание не оказал влияние на ранг распределения генотипов. Динамика среднесуточного прироста подопытных тёлок во многом определялась изменениями в технологии выращивания. В подсосный период заметной межгрупповой разницы по интенсивности роста не обнаружено. После отъёма высокий генетический потенциал тёлок комбинированного генотипа компенсировал влияние лимитирующего фактора молочности матерей, что обеспечило им достоверное превосходство над сверстницами по величине среднесуточного прироста за период зимнего выращивания. С переводом тёлок на пастбище межгрупповая дистанция заметно сократилась, а на заключительном этапе выращивания (16-18 мес.) при выгорании и обеднении продуктивности пастбищ ранг распределения генотипов по величине среднесуточного прироста изменился. На более поздних этапах онтогенеза воздействие смены технологических режимов выращивания усиливается, что препятствует реализации генетического потенциала.

Ключевые слова: тёлки, казахская белоголовая порода, внутрипородный тип, шагатайский тип, уральский герефорд, живая масса, интенсивность роста.

Введение.

Селекционно-племенная работа с маточным контингентом мясного скота в настоящее время предполагает отбор и разведение высокоинтенсивных генотипов, способных в более ранние сроки к половому и хозяйственному созреванию. Это направление основано на экономических предпосылках отрасли. Так, ранний ввод ремонтных тёлок в основное стадо приведёт к сокращению генерационного интервала, а следовательно, увеличит интенсивность отбора лучших генотипов [1-4].

Необходимость создания конкурентоспособных мясных стад назрела в Республике Казахстан, где доминирующей районированной породой мясного скота является казахская белоголовая. На современном этапе порода включает 2 высокопродуктивных внутрипородных типа скота: анкатинский и шагатайский. Животные-представители типов хорошо приспособлены к суровым природно-климатическим условиям сухостепной зоны. Однако выраженная скороспелость молодняка казахского белоголового скота не в полной мере отвечает современным требованиям интенсификации отрасли. В связи с этим в практике совершенствования племенных качеств породы применяют контролируемое прилитие крови герефордов импортной и российской селекций. Такие мероприятия способны увеличить интенсивность роста и мясную продуктивность у бычков и кастратов [5-6]. Однако влияние комбинированного подбора на рост и развитие тёлок в условиях сухостепных пастбищ изучено недостаточно.

Цель исследования.

Провести сравнительную оценку потенциала весового роста у тёлок шагатайского типа и его кросса с уральским герефордом в условиях сухих пастбищ Западного Казахстана.

Материал и методы исследований.

Объект исследования. Тёлки шагатайского типа казахской белоголовой породы и их кроссбредные сверстницы от отцов уральского типа герефордов.

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. Работа проведена в племенном хозяйстве «Сабит» Акжаикского района Западно-Казахстанской области Республики Казахстан. Подопытные группы формировали из новорождённых тёлок шагатайского типа (n=12 гол.) и дочерей от быков-производителей уральского типа герефордов (n=12 гол.).

Контрольный период выращивания тёлок проведён с рождения до 18-месячного возраста. В подсосный период животные содержались под матерями по технологии, принятой в мясном скотоводстве. Отъём подопытных животных производили в 7 месяцев. После чего группы тёлок перевели на зимнее стойловое содержание при интенсивном уровне кормления. Этап пастбищного выращивания тёлок совпал с возрастным периодом 12-18 месяцев. При этом подопытный молодняк на пастбище дополнительную подкормку не получал.

Контроль весового роста и развития тёлок разных породных групп проводили путём ежемесячного взвешивания на электронных весах утром до кормления.

Оборудование и технические средства. Электронные весы «ВСП4-Ж» (Россия). На основании данных по живой массе рассчитывали среднесуточный прирост, относительную скорость роста и коэффициента увеличения живой массы по возрастным периодам.

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали методы вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1970), а также дисперсионный анализ с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Вариабельность весового роста тёлок разных генотипов представлена в таблице 1. Скрещивание коров шагатайского типа скота с быками-производителями представителями уральского герефорда способствовало получению более тяжеловесных новорождённых телят на 1,5 кг (6,05 %; P>0,05).

Таблица 1. **Изменчивость живой массы тёлок разных генотипов**

Возраст, мес.	Группа							
	шагатайский тип				уральский герефорд× шагатайский тип			
	X	***σ***	***Cv***	***lim***	***X***	***σ***	***Cv***	***lim***
Новорождённые	24,8	1,53	6,17	22-27	26,3	2,46	9,35	23-29
3	98,4	7,04	7,15	83-111	98,8	8,40	8,50	84-112
7	180,4	11,20	6,21	165-202	180,2	11,29	6,27	162-192
12	292,9	17,25	5,89	280-323	312,3*	24,97	8,00	284-339
14	324,8	17,31	5,33	301-347	346,2*	25,17	7,27	304-376
16	353,6	18,20	5,15	330-388	377,0*	25,78	6,84	326-408
18	381,5	19,17	5,02	358-413	401,7*	25,02	6,23	374-432

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

Однако в начальные периоды онтогенеза среднесуточный прирост был выше у чистопородного молодняка, и к 7-месячному возрасту живая масса тёлок изучаемых генотипов находилась почти на одном уровне. После окончания подсосного периода подопытных животных перевели на зимнюю технологию выращивания. На этом этапе им обеспечивали полноценный сбалансированный рацион, что способствовало максимальной реализации генетического потенциала весового роста потомством от быков уральского типа герефордов. Так, в годовалом возрасте превосходство помесной группы тёлок достигало 19,4 кг (6,62 %; P<0,05).

Перевод на пастбищное выращивание не оказал влияние на ранг распределения генотипов. В дальнейшем сохранялось доминирующее влияние генотипа. Так, к концу пастбищного содержания (18 мес.) преимущество дочерей герефордских быков-производителей составляло 20,2 кг (5,29 %; P<0,95).

Анализ показателей разнообразия живой массы свидетельствует о том, что более консолидированной наследственностью отличались тёлки шагатайского типа скота. Прилитие крови герефордов уральской селекции способствовало нарушению стабильности генетического потенциала, что подтверждается высокими значениями стандартного отклонения и коэффициента вариации. Фактор влияния окружающей среды обусловил неодинаковое поведение показателей изменчивости у животных различных генетических групп. Так, с переводом на пастбище коэффициент вариации чистопородного молодняка увеличивался вплоть до снятия животных с контрольного выращивания. В то время как у улучшаемого генотипа изучаемый показатель стабилизировался на одном уровне.

Динамика среднесуточного прироста подопытных тёлок также во многом определялась изменениями в технологии выращивания (рис. 1, 2). Так, в подсосный период заметной межгрупповой разницы по интенсивности роста не обнаружено. Причиной этого считаем равный генетический потенциал молочной продуктивности матерей шагатайского типа казахской белоголовой породы. Однако после отъёма высокий генетический потенциал помесных тёлок компенсировал влияние лимитирующего фактора молочности матерей, что обеспечило им достоверное превосходство над сверстницами по величине среднесуточного прироста за период зимнего выращивания на 122,9 г (17,48 %; P<0,01).

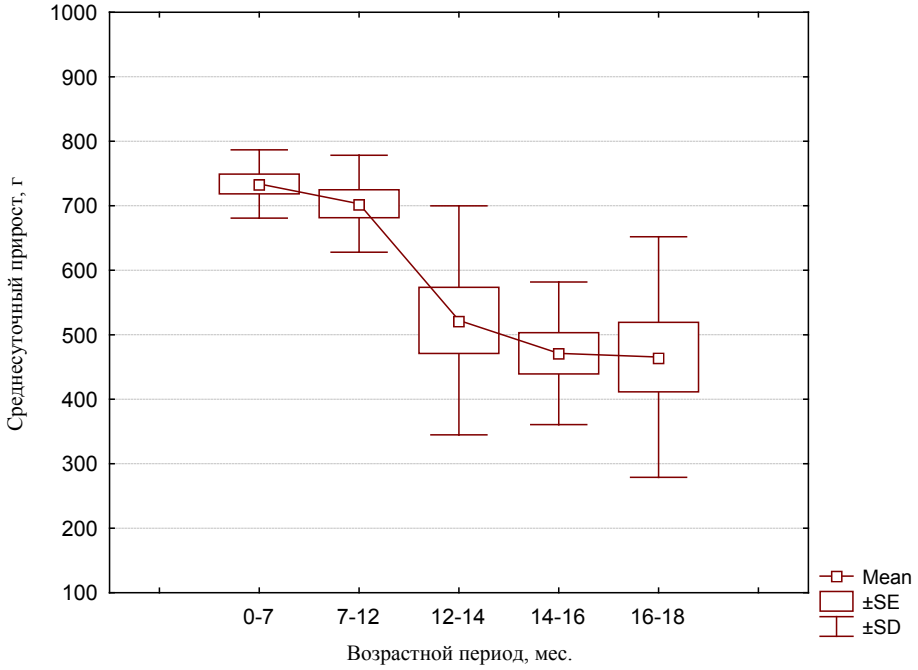


Рис. 1 – Изменение интенсивности роста тёлок шагатайского типа

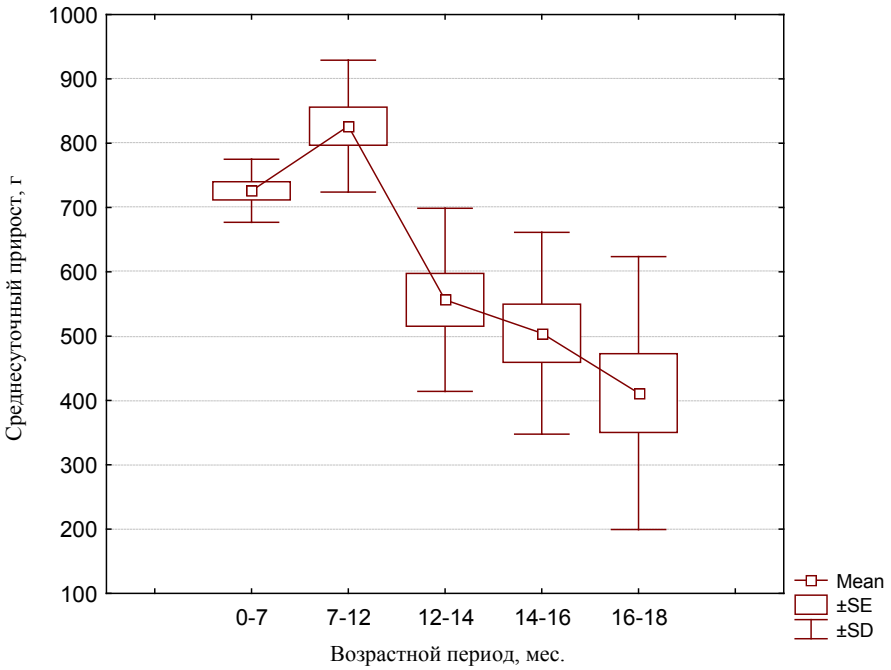


Рис. 2 – Изменение интенсивности роста помесных тёлок Уральский герефорд×шагатайский тип

В дальнейшем с переводом тёлок на пастбище межгрупповая дистанция заметно сократилась и на протяжении возрастных периодов 12-14 и 14-16 мес. оставалась на уровне 32,9-33,7 г (6,45-6,98 %; P>0,05). На заключительном этапе выращивания (16-18 мес.) при выгорании и обеднении продуктивности пастбищ, а также изменении его ботанического состава ранг распределения генотипов по величине среднесуточного прироста изменился. Преимущество на уровне 54,3 г (13,21 %) зафиксировано на стороне шагатайских тёлок, что свидетельствовало о лучшей приспособленности казахских белоголовых животных к эколого-климатическим условиям разведения.

Таким образом, лимитирующие факторы негенетической природы достаточно сильно ограничивают максимальное проявление генетического потенциала племенных животных. Об этом свидетельствуют данные среднесуточного прироста за весь этап пастбищного содержания (12-18 мес.), которые находились на одинаковом уровне 486,7-490,9 г с незначительным преимуществом улучшаемого генотипа. Кроме того, относительно низкие показатели изменчивости (стандартное отклонение и коэффициент вариации) интенсивности роста на этом интервале по сравнению с чистопородными сверстницами подтверждают ограничивающее воздействие паратипического фактора. В то же время за весь период выращивания с рождения до 18 мес. дочери герефордских быков уральской селекции достоверно превосходили аналогов казахской белоголовой породы на 34,1 г (5,23 %; P<0,05).

Относительная скорость весового роста подтверждает выявленные закономерности на основе динамики живой массы и среднесуточного прироста (табл. 2). Так, несколько большая напряжённость роста (на 2,5 %) в подсосный период у шагатайского типа скота была следствием его минимальной живой массы при рождении. После отъёма в период зимнего содержания (7-12 мес.) лидерство по изучаемому показателю занимали животные комбинированного генотипа, их превосходство составляло 5,0 % (P<0,01). По окончании стойлового выращивания напряжённость весового роста выровнялась. На заключительном этапе с 16 до 18 мес. преимущество по этому показателю у чистопородного генотипа составило 1,2 % при недостоверных значениях сравнения.

Таблица 2. **Динамика относительной скорости весового роста тёлок, %**

Возрастной период, мес.	Группа	
	шагатайский тип	уральский герефорд× шагатайский тип
0-3	119,2±1,92	115,8±1,54
0-7	151,5±1,03	149,0±1,12
7-12	47,5±1,24	53,5±1,12**
12-14	10,4±1,03	10,7±0,79
14-16	8,5±0,57	8,5±0,77
16-18	7,6±0,87	6,4±1,01
0-18	175,5±0,50	175,4±0,63
12-18	26,3±0,63	25,1±0,66

В целом пастбищный сезон (12-18 мес.) оказал влияние на распределение подопытных животных по относительной скорости роста. Наиболее напряжённое развитие отмечалось в чистопородной группе тёлок, они превосходили сверстниц на 1,2 %. В то же время за весь период контрольного выращивания (от рождения до 18 мес.) не обнаружено межгрупповой разницы у изучаемых генотипов.

Выраженная периодичность изменения весового роста обнаруживается при анализе коэффициента увеличения массы тела по отношении к показателям новорождённых тёлок разных генотипов (табл. 4).

Таблица 4. **Коэффициент увеличения живой массы с возрастом**

Возраст, мес.	Группа	
	шагатайский тип	уральский герефорд× шагатайский тип
3	3,98±0,12	3,77±0,08
7	7,29±0,19	6,88±0,17
12	11,83±0,28	11,93±0,36
14	13,12±0,29	13,24±0,42
16	14,28±0,32	14,42±0,45
18	15,41±0,34	15,35±0,42

В подсосный период большая кратность прироста отмечалась у шагатайского молодняка, превосходя сверстниц на 0,41 единицу. На следующих этапах выращивания лидерство занимали дочери быков уральского типа герефордов. Так, к 12 месяцам увеличение живой массы у них проходило интенсивнее на 0,10 ед., к 14 месяцам – на 0,12, а к 16 месяцам – на 0,14 ед.

Обсуждение результатов.

Селекционное совершенствование казахской белоголовой породы в настоящее время основывается на чистопородном разведении с ведением заводских линий и родственных групп, заложенных на выдающихся родоначальников [7]. Возрастающая консолидация хозяйственно-полезных признаков у линейных животных приводит к типизации и обособлению популяции, что способствует сужению изменчивости селекционируемых параметров продуктивности. Разведение мясного скота в типе ограничивает возможности селекционного изменения продуктивности мясного скота к моменту достижения границы целевых стандартов, обусловленных генетическим потенциалом породы. Для дальнейшего совершенствования племенных качеств казахской белоголовой породы селекционеры применяют линейное кроссирование и вводное скрещивание герефордов для

обогащения крови новым наследственным комплексом [8-9]. Однако следует учитывать, что выведение внутрипородного типа мясного скота происходит в определённых природно-климатических условиях, что предполагает отбор наиболее приспособленных особей к конкретному экологическому ареалу разведения. В связи с этим селекционно-племенная работа с популяцией посредством улучшающего подбора с высокоценным генотипом не гарантирует совершенствование продуктивного потенциала из-за лимитирующего влияния факторов внешней среды. Наша работа предполагала оценить возможность повышения племенной ценности маточного поголовья шагатайского типа казахской белоголовой породы прилитием крови герефордов уральской селекции в условиях сухостепной зоны Западного Казахстана. При этом улучшающий эффект по весовому росту от вводного скрещивания стал очевидным после отъёма от матерей. Однако достигнутое превосходство по величине живой массы тёлок сохранялось до окончания контрольного выращивания, что, по нашему мнению, свидетельствовало о невозможности сухостепных пастбищ в полной мере удовлетворить потребности тёлок для реализации наследственных качеств интенсивного роста. Схожие результаты получены в опытах на бычках [10]. Нашими исследованиями отмечалось сильное влияние чередования технологии выращивания на интенсивность весового роста. Это подтверждается опытами на чистопородных ангусских и помесных тёлках различных генотипов при смене технологии пастьбы и продуктивности пастбищ [11]. Кроме того, установленная закономерность выявлена при изучении мясной продуктивности бычков-кастратов симментальской породы и помесных сверстников [12].

Выводы.

Изменения весового роста тёлок шагатайского типа и кросса с уральским типом герефордов обуславливались наследственным потенциалом продуктивности под влиянием факторов внешней среды. При этом не установлено значительных различий по интенсивности роста в подсосный период, объясняемых одинаковой племенной ценностью матерей казахской белоголовой породы. В более поздние этапы онтогенеза воздействие смены технологических режимов выращивания усилилось, что препятствовало реализации генетического потенциала кроссбредных особей.

Литература

1. Аслалиев А.Д., Гармаев Д.Ц. Рост и развитие тёлок галловейской породы разных селекций в условиях Забайкальского края // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2016. № 3(44). С. 35-41.

2. Инербаев Б.О. Инновационные ресурсосберегающие технологии производства диетической говядины в Сибири // Инновации и продовольственная безопасность. 2016. № 1(11). С. 55-60.

3. Матару Х.С., Карамаев С.В. Рост и развитие молодняка мандолонгской породы крупного рогатого скота // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1. С. 78-81.

4. Интенсификация мясного скотоводства за счёт ускоренного выращивания тёлок / А. Белоусов, З. Баев, М. Дубовскова, Т. Андаров // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 4. С. 12-13.

5. Бактыгалиева А.Т., Джуламанов К.М., Урынбаева Г.Н. Приёмы улучшения племенных ресурсов внутрипородных типов скота // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 34-40.

6. Бактыгалиева А.Т., Джуламанов К.М. Качественная оценка мяса бычков и кастратов разных генотипов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 50-56.

7. Мирошников С., Макаев Ш., Фомин В. Ведение линий казахского белоголового скота // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 1. С. 4-6.

8. Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш. Кроссы заводских линий в совершенствовании скота казахской белоголовой породы // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 3(91). С. 12-19.

9. Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Ляпин О.А. Изменение селекционных признаков бычков казахского белоголового скота при вводном скрещивании с герефордской породой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2(70). С. 189-193.

10. Рост и развитие бычков казахской белоголовой породы и её помесей с герефордами / Е.А. Никонова, В.И. Косилов, А.А. Нуржанов, М.С. Прохорова, О.П. Неверова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 2(70). С. 205-207.

11. 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.

12. Бельков Г.И., Панин В.А. Мясная продуктивность бычков-кастратов симментальской породы и её помесей с голштинами при различной интенсивности выращивания // Ветеринарный врач. 2011. № 3. С. 55-57.

Джуламанов Киниспай Мурзагулович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-987-840-49-28, e-mail: kinispai.d@yandex.ru

Герасимов Николай Павлович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-912-358-96-17, e-mail: nick.gerasimov@rambler.ru

Бактыгалиева Асемгуль Темирхановна, кандидат биологических наук, старший преподаватель Актюбинского университета им. С. Баишева, 030000, г. Актобе, ул. Бр. Жубановых, 302а, тел.: 8(7132)22-15-16, e-mail: asemok10@mail.ru

Айтжанова Индира Нурлановна, доктор PhD кафедры технологии производства продуктов животноводства Костанайского государственного университета имени А. Байтурсынова, 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. А. Байтурсынова 47, e-mail: indira.rz@mail.ru

Поступила в редакцию 26 ноября 2018 года

UDC 636.082(574.1)

Dzhulamanov Kinispay Murzagulovich[1], Gerasimov Nikolay Pavlovich[1], Baktygalieva Asemgul Temirkhanovna[2], Aitzhanova Indira Nurlanovna[3]

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

[2] Aktobe University named after S. Baishev, e-mail: asemok10@mail.ru

[3] Kostanay State University named after A. Baitursynov, e-mail: indira.rz@mail.ru

Formation of weight growth in heifers of the Kazakh white-headed breed and their crosses with intra-breed type Ural Hereford in the conditions of dry-steppe zone of Western Kazakhstan

Summary. In the Republic of Kazakhstan, the creation of competitive meat broodstock involves the selection and breeding of high-intensity genotypes capable of earlier sexual and economic maturation. In the practice of improving breeding qualities of the Kazakh white-headed breed, controlled flow of the Hereford blood of foreign and Russian selections is used. The research purpose was to conduct a comparative assessment of the potential weight growth in Shagatay type heifers and their crosses with Ural Hereford in dry pastures of West Kazakhstan. After the end of the suckling period, the test animals were transferred to winter growing technology, where they were provided with a balanced diet, it contributed to the maximum realization of the genetic potential for weight growth in the progeny from Ural type of Hereford bulls. The transfer to pasture cultivation did not affect the rank of genotype distribution. The dynamics of average

daily gain of test heifers was largely determined by changes in the technology of cultivation. In the suckling period, there was no significant intergroup difference in growth intensity. After weaning, the high genetic potential of heifers of the combined genotype compensated for the influence of the limiting factor of the milkiness of their mothers, it provided them with a reliable superiority over their peers in terms of the average daily increase during the winter growing period. With the transfer of heifers to pasture, the intergroup distance significantly decreased, and at the final cultivation stage (16-18 months), when burning and depletion of pasture productivity, the rank of the distribution of genotypes in terms of average daily growth changed. In the later stages of ontogenesis, the impact of changing technological regimes of cultivation is enhanced, it prevents the realization of genetic potential.

Key words: calves, Kazakh white-headed breed, intrabreed type, Shagatay type, Ural Hereford, live weight, growth intensity.

УДК 636.082:636.22/.28.082.13(571.61)

Показатели роста, развития и воспроизводительной способности коров герефордской породы австралийской селекции в условиях Амурской области

М.С. Мансурова

ФГБНУ «Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт»

Аннотация. Изучены воспроизводительные качества, живая масса и промеры коров герефордской породы австралийской селекции и их потомков, полученных от скрещивания ввезённых животных с местными герефордскими быками. Целью исследования являлось изучение показателей роста, развития и воспроизводительной способности мясного скота герефордской породы в условиях Амурской области. У австралийских коров возраст первого плодотворного осеменения был сдвинут на более поздние сроки, что отразилось на возрасте первого отёла (31,7 мес.). Полученные результаты были связаны с набором требуемой живой массы 340-360 кг для тёлок II класса породного стандарта. Наблюдалось увеличение сервис-периода на 63,4 %. Коэффициент воспроизводительной способности не достигал нижней границы нормы на 9,5 %, что свидетельствовало о снижении плодовитости маточного поголовья австралийских животных. От импортированных коров в течение 7 лет было получено на 6,8 % меньше приплода. От общего количества рождённых телят показатель мёртворождённых телят у австралийских животных составил 16,7 % ($P<0,05$), в большинстве случаев – в первом отёле. Показатели воспроизводства коров-потомков находились в пределах норм, все отёлы были благополучными, случаев рождения мёртвых телят не зафиксировано. При изучении живой массы установлено, что коровы австралийской селекции превосходили амурских сверстниц до 6-месячного возраста ($P<0,05$) и в период с 18 мес. до 7 лет. Австралийский скот имел более высокие значения высоты в крестце. Показатели живой массы коров-потомков австралийского и амурского скота были схожими. В возрасте от 15 до 18 мес. живая масса потомков находилась вне классности, в возрасте 3-4 лет удовлетворяла требованиям стандарта породы для I класса. Показатели высоты в крестце австралийских и амурских потомков были схожими. Таким образом, полученные нами результаты указывают на необходимость коррекции сроков ввоза, а также условий кормления и содержания скота герефордской породы в условиях Амурской области.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы, герефорды, адаптация, живая масса, высота в крестце, воспроизводительная способность.

Введение.

В Российской Федерации одной из важнейших задач отрасли животноводства является увеличение количества производимой говядины. В специализированном мясном скотоводстве успешное развитие отрасли возможно за счёт использования высокопродуктивного скота мясных пород отечественного и импортного генофондов. Однако имеющийся массив племенных животных российской селекции явно недостаточен. В связи с этим данная отрасль не в состоянии обеспечить население необходимым количеством мясной продукции [1-3]. При этом ввоз импортного скота связан с некоторыми проблемами. Перемещение животных в новые климатические условия влияет на их рост, развитие, продуктивные качества и воспроизводительную способность. В изменившихся условиях внешней среды адаптационная способность организма в определённых пределах позволяет противостоять воздействию неблагоприятных факторов [4-7]. Следовательно, адаптационные возможности ввезённых животных позволяют выявить рациональность использования определённых пород скота в условиях промышленной технологии, а также целесообразность дальнейшего разведения в новой природно-климатической зоне [8-10].

Таким образом, изучение адаптационной способности и результативности использования австралийского скота герефордской породы в условиях Амурской области является актуальным.

Цель исследования.

Изучение показателей роста, развития и воспроизводительной способности мясного скота герефордской породы в условиях Амурской области.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы герефордской породы австралийской селекции, ввезённые в Амурскую область в 2012 г. Коровы-потомки (дочери), полученные в 2014 г. от скрещивания импортированных австралийских коров (матери) с местными быками породы герефорд.

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. Экспериментальные исследования проводились в колхозе «Томичёвский» Белогорского района Амурской области, имеющего статус племенного репродуктора, и на базе ФГБНУ ДальЗНИВИ г. Благовещенска. Научно-исследовательская работа по изучению адаптационной способности ввезённого скота осуществлялась в период с 2014 по 2017 г.

При закладке опыта в 2014 г. для изучения адаптационной способности импортированного скота была сформирована опытная группа герефордских коров, ввезённых из Австралии. В качестве контрольной группы были подобраны герефордские коровы-сверстницы амурской селекции. Критерием отбора служил возраст, составлявший у всех коров примерно четыре года. Каждая группа включала 10 голов. Австралийские герефорды имели среднюю живую массу 500±10 кг, амурские – 430±10 кг. Срок стельности коров опытной и контрольной групп не превышал трёх месяцев. Все тёлочки, полученные от данных коров-матерей, к концу 2014 г. вошли в состав опытной и контрольной групп молодняка. Опытная группа состояла из тёлочек, полученных от завезённых австралийских коров и российских быков. В контрольную группу потомков входили тёлочки, рождённые от коров амурской селекции и вышеуказанных российских быков.

В 2017 г. ввезённые из Австралии коровы (матери) находились в возрасте семи лет, имели среднюю живую массу 550±10 кг и три-пять отёлов. Их потомкам – дочерям, вошедшим в опытную группу, было около трёх лет. Коровы-дочери имели среднюю живую массу 450±10 кг и один-три отёла. Все животные были клинически здоровы.

Во время прохождения экспериментальных исследований условия кормления и содержания коров всех групп были схожими. Летом скот находился на естественных пастбищах. В холодное время года животные содержались в загонах, совмещённых с легкими деревянными сараями. В загонах осуществлялась раздача грубых и концентрированных кормов собственного производства, подкормка минеральными добавками, поение производилось несколько раз в сутки.

В ходе проведения исследований был осуществлён анализ показателей прироста живой массы и высоты в крестце скота [11, 12]. Использованы данные зоотехнического учёта. Воспроизводительные качества австралийских коров и их дочерей исследовали по показателям благополучности отёлов, возрасту первого плодотворного осеменения и первого отёла, продолжительности сервис- и межотёльного периодов. Для определения плодовитости маточного поголовья скота рассчитывали коэффициент воспроизводительной способности по формуле:

$$КВС=365/МОП,$$

где МОП – продолжительность межотёльного периода [13]. Полученные результаты в опытной группе ввезённого скота рассматривали в сравнении с аналогичными показателями животных амурской селекции.

Оборудование и технические средства. Взвешивание скота производилось на платформенных весах ВПС (Россия). Измерение высоты в крестце осуществлялось при помощи мерной палки Лидтина.

Статистическая обработка. Экспериментальные данные подвергли математической обработке с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office», с применением программы «Excel» («Microsoft», США), вычисляли средние арифметические (M) и их ошибки (m). Достоверность различий полученных результатов исследований устанавливали с помощью статистического критерия Стьюдента (t-критерий). Разницу показателей считали достоверной при $P \leq 0,05$ [14, 15].

Результаты исследований.

Анализ показателей воспроизводительной способности коров-матерей австралийской и амурской селекций, приведённых в таблице 1, выявил некоторые недостоверные отклонения от общепринятых норм [16].

Таблица 1. **Показатели воспроизводительной способности герефордских коров-матерей австралийской и амурской селекций и их дочерей (M±m)**

Показатели	Норма	Группа коров			
		матери		дочери	
		контрольная (амурский скот)	опытная (австралийский скот)	контрольная (потомки амурских коров)	опытная (потомки австралийских коров)
Возраст первого осеменения, мес.	14-18	26,7±2,33	22±2,49	15,1±1,59	17,1±1,50
Возраст первого отёла, мес.	24-27	37,5±1,75	31,7±3,27	22,5±0,91	27,12±2,78
Продолжительность стельности, дн.	285	280,8±3,1	280,2±2,8	271,6±2,97	279,6±2,99
Продолжительность сервис-периода, дн.	60-110	138,3±12,5	179,4±21,3	128,1±25,6	120,8±29,8
Межотёльный период, мес.	12-14	13,4±0,58	14,5±0,80	16,0±1,24	12,8±0,98
Коэффициент воспроизводительной способности	0,95-1,0	0,92±0,04	0,86±0,04	0,85±0,04	0,94±0,05

У всех животных возраст первого плодотворного осеменения и первого отёла значительно сдвинулся на более поздние сроки при несколько благоприятной картине у австралийских коров. Продолжительность стельности как у местных, так и у импортированных животных находилась на одном уровне. Длительность сервис-периода в сравнении с нормой превысила допустимые значения в обеих группах, но у австралиек была значительно больше – на 63,1 % (69,4 дня). Коэффициент воспроизводительной способности снижен в обеих группах скота.

У коров-потомков австралийского и амурского скота установлено несоответствие их живой массы в возрасте первого плодотворного осеменения (15-18 мес.), которая была меньше допустимых требований по стандарту породы на 22,2-36,0 % (приказ Минсельхоза) [11]. Однако у коров-потомков показатели воспроизводства были лучше, чем у их матерей (табл. 1). В опытной и контрольной группах коров-потомков возраст первого плодотворного осеменения и отёла был оптимальным, продолжительность стельности находилась на одном уровне, а сервис-периода увеличена незначительно. Тем не менее между группами были выявлены некоторые отличия. У потомков амурских коров межотёльный период был более длительным (на 14,2 %), коэффициент воспроизводительной способности снижен на 10,5 %.

Во время проведения исследований были собраны данные благополучности (лёгкости прохождения) отёлов у коров австралийской и амурской селекций (табл. 2). Установлено, что в группе австралийских животных было получено на 6,8 % меньше телят, чем у амурского скота. Случаев

рождения мёртвых телят у австралийских коров было на 40,0 % больше. От общего количества рождённого приплода процент мёртвых телят в данной группе составил 16,7 %, а в контрольной – 12,5 %. От местных коров было получено на 21,8 % больше телят без патологий в сравнении с импортированными животными.

Таблица 2. **Показатели благополучности отёлов герефордских коров-матерей австралийской и амурской селекций в возрасте 7 лет (M±m)**

Показатели	Группа	
	контрольная (амурский скот)	опытная (австралийский скот)
Рождённые телята, гол.	45	42
Количество мёртворождённых телят, гол.	5	7
Количество здоровых телят, гол.	40	35

У коров-дочерей показатели благополучности отёлов не имели достоверных различий. Как в контрольной, так и в опытной группах скота не выявлены случаи рождения мёртвых телят или телят с патологиями, все отёлы были благополучными.

При анализе данных живой массы герефордских коров-матерей австралийской и амурской селекций в период от рождения до 7 лет были выявлены некоторые различия (табл. 3).

Таблица 3. **Динамика живой массы герефордских коров-матерей австралийской и амурской селекций (M±m), n=10, кг**

Возраст	Группа	
	контрольная (амурский скот)	опытная (австралийский скот)
Новорождённые	21,7±0,26	23,3±0,77
6 месяцев	163,2±4,47	147,3±4,59*
8 месяцев	182,2±4,09	179,0±3,00
12 месяцев	238,1±8,02	234,2±8,65
15 месяцев	327,0±4,16	321,3±10,04
18 месяцев	339,6±4,24	344,6±4,48
2 года	348,7±21,76	350,1±20,8
3 года	376,2±18,18	405,6±6,03
4 года	426,8±3,67	494,0±8,84***
5 лет	468,0±8,47	521,7±6,08***
6 лет	494,0±7,91	529,8±7,05**
7 лет	541,3±4,05	554,1±6,75

Примечание: * – P<0,05, ** – P<0,01, *** – P<0,001

Более высокая живая масса при рождении наблюдалась у австралийских коров (на 1,6 кг, 7,4 %), в сравнении с амурскими. Однако в период отъёма (6 месяцев) у амурских животных установлено достоверное увеличение живой массы на 10,7 % (P<0,05). Последние незначительно превосходили австралийских коров по увеличению живой массы в период от отъёма и до достижения 15-месячного возраста. Тем не менее с 18-месячного возраста до 7 лет показатели живой массы австралийских животных превосходили данные амурских на 1,5 % (5 кг) в 18 месяцев, 0,4 % (1,4 кг) – в 2 года, 7,8 % (29,4 кг) – в 3 года, 15,7 % (67,2 кг, P<0,001) – в 4 года, 11,5 % (53,7 кг, P<0,001) – в 5 лет, 7,2 % (35,8 кг) – 6 лет, 2,4 % (12,8 кг) – 7 лет.

На колебания живой массы в группах скота по отношению к норме большое влияние оказывал сезон года.

По высоте в крестце коровы австралийской селекции превосходили местный скот во всех возрастных периодах на 1-7 см. Так, в возрасте 2 лет высота в крестце австралийских коров составляла 125,2±0,85 см, а амурских – 124,2±0,25 см, в возрасте 5,5 лет – 144,8±1,39 и 136,8±2,78 см соответственно. Определена достоверность различий полученных результатов в возрасте 15 мес., 5,5 и 7 лет ($P<0,01$, $P<0,05$).

Живая масса коров-потомков от периода новорождённости до 32 мес. имела значения, не соответствующие требованиям для II класса стандарта породы герефорд, с 43 мес. удовлетворяла требованиям для I класса (табл. 4). Незначительно большей живая масса выявлена в контрольной группе амурских коров-потомков. У потомков, также как и у их матерей, живая масса по отношению к норме имела сезонные колебания. В опытной и контрольной группах скота показатели высоты в крестце находились на одном уровне, в возрасте 2 лет высота в крестце животных в среднем составляла 128 см.

Таблица 4. **Динамика живой массы герефордских коров-дочерей, полученных от австралийских и амурских коров (M±m), n=10, кг**

Показатели	Группа		Опыт к контролю, %
	контрольная (потомки амурских коров)	опытная (потомки австралийских коров)	
Новорождённые	21,0±0,23	21,1±0,14	+ 0,47
6 месяцев	167,1±7,48	156,6±5,70	- 6,3
8 месяцев	193,5±5,17	187,0±4,11	- 3,35
12 месяцев	213,8±11,4	198,3±3,00	- 7,24
15 месяцев	231,6±4,67	247,0±11,5	+ 6,23
18 месяцев	280,8±16,6	282,4±8,45	- 1,73
26 месяцев	372,2±8,64	354,2±5,24	- 4,83
32 месяца	448,1±9,97	429,2±15,3	- 4,21
43 месяца	501,5±7,83	492,5±5,96	- 1,79

Обсуждение полученных результатов.

При изучении адаптационной способности импортированных коров австралийской селекции установлено, что данный скот имел низкие воспроизводительные качества (в сравнение с нормой). В группе австралийских коров возраст первого плодотворного осеменения приходился на поздние сроки, что значительно увеличило возраст первого отёла. Полученные результаты увеличения возраста первого плодотворного осеменения в группах австралийского и амурского скота были связаны с набором требуемой живой массы 340-360 кг для тёлок II класса породного стандарта. Наблюдалось увеличение сервис- и межотёльного периодов. Коэффициент воспроизводительной способности не достигал нижней границы нормы, что свидетельствовало о низкой плодовитости маточного поголовья ввезённых животных. Амурские коровы отличались увеличением возраста первого осеменения и отёла, удлинением сервис-периода.

У австралийских коров выявлено меньшее (на 6,8 %) количество полученного приплода. От общего количества рождённых телят показатель мёртворождённых телят был больше на 16,7 %, чем у их сверстниц амурской селекции (12,5 %). Увеличение случаев рождения мёртвых телят зачастую отмечается при ввозе скота в первом отёле [7, 10]. В нашем исследовании в группе австралийских коров случаи рождения мёртвых телят наблюдались в первом отёле (88 %) и третьем (11,1 %). У коров амурской селекции появление мёртвого потомства было зафиксировано исключительно в первый отёл, последующие отёлы были благополучными.

Коровы австралийской селекции превосходили амурских сверстниц по приросту живой массы в период от рождения до отъёма ($P<0,05$), а также после достижения 18-месячного возраста ($P<0,01$, ($P<0,001$). Австралийский скот во все возрастные периоды имел более высокие значения высоты в крестце и был более высокорослым, выявлены достоверные различия полученных результатов в возрасте 15 мес., 5 и 8 лет ($P<0,01$, ($P<0,05$).

У потомков австралийских и амурских коров все отёлы были благополучными, случаев рождения мёртвых телят не установлено. Показатели воспроизводительной способности находились в пределах норм, за исключением продолжительности сервис-периода, длительность которого у потомков австралийских коров была меньше на 9,9 %, а коэффициент воспроизводительной способности – оптимальнее. Коровы, потомки австралийского скота, в отличие от своих матерей, уступали амурским сверстницам в отношении прироста живой массы. Показатели высоты в крестце потомков обеих групп были схожими.

Полученные в исследовании низкие показатели воспроизводительной способности австралийских и амурских коров, низкий прирост живой массы животных объясняются несоответствием технологий кормления и содержания скота в условиях хозяйства Амурской области, неблагоприятными погодными условиями. Появление мёртвого потомства у ввезённого скота усугублялось процессом адаптации, с учётом ввоза стельных животных из Австралии в Амурскую область в начале холодного периода года.

Вывод.

Таким образом, полученные результаты изучения адаптивной способности ввезённого в Амурскую область австралийского скота герефордской породы указывали на существенную необходимость в сезонной коррекции сроков ввоза импортных животных, оптимизации технологий кормления и содержания скота. Потомки австралийских коров имели более оптимальные показатели воспроизводительной способности и благополучности отёлов, чем их матери, но прирост живой массы и высота в крестце потомков были меньшими во все возрастные периоды, приближаясь к аналогичным показателям амурского герефордского скота.

Литература

1. Генетические ресурсы герефордской, казахской белоголовой пород и их взаимодействие в селекции: науч. изд. / Х.А. Амерханов, Ф.Г. Каюмов, М.П. Дубовскова, А.М. Белоусов. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 352 с.

2. Суторма О.А., Ранделин Д.А. Рост и развитие тёлок ангусской породы австралийской селекции разных репродукций в условиях Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 3(47). С. 185-190.

3. Гимранов В.В., Утеев Р.А., Юсупов И.З. Адаптация коров импортной селекции к условиям республики Башкортостан // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2012. № 3. С. 26-28.

4. Таирова А.Р., Хайруллина Л.Г. Адаптация импортной симментальской породы крупного рогатого скота в эколого-хозяйственных условиях Южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2008. № 6(48). С. 55-56.

5. Система мероприятий по адаптации импортного молочного скота в условиях Смоленской области / Н.С. Петкевич, А.Р. Камошенков, И.М. Кугилев и др. Смоленск: ФГБОУ ВПО «Смоленская ГСХА», 2013. 64 с.

6. Morphological and Quantitative Characteristics of the Skin of Holstein Cattle in the Amur region / Marina E. Ostyakova, Irina Yu. Sayapina, Nicolay M. Mandro, Natal´ya V. Trush, Yuriy A. Gavrilov, Galina A. Gavrilova, Lopsondorzho V. Hibchenov, Alexey N. Chubin // International Journal of Engineering & Technology. 2018. Vol. 7. No. 3.5. P. 83-85.

7. Афанасьева А. И., Князев С. С., Лотц К. Н. Воспроизводительная способность мясного скота герефордской породы сибирской и финской селекции в условиях Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 8(130). С. 86-89.

8. Седых Т.А. Воспроизводительные качества коров австралийской селекции и интенсивность роста молодняка разных поколений при адаптации в условиях Башкортостана // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 29-36.

9. Бахарев А.А. Воспроизводительные способности коров породы салерс в период их акклиматизации в условиях Северного Зауралья // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 7. С. 83-84.

10. Воспроизводительная способность мясного скота лимузинской породы при разных вариантах комплектования стада / Н.П. Сударев, Е.А. Воронина, В.С. Леонтьев, В.В. Асянин // Farm Animals. 2013. № 3-4. С. 54-58.

11. Приказ Минсельхоза РФ от 2 августа 2010 года № 270 «Об утверждении порядка и условий проведения бонитировки племенного крупного рогатого скота мясного направления продуктивности и внесении изменений в приказ Минсельхоза России от 19.10.2006 № 402 (с изменениями на 15 августа 2012 года)». [Электронный ресурс] url: http://www. consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_159671/ (дата обращения: 04.07.2018).

12. ГОСТ Р 57784-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности крупного рогатого скота мясного направления. М.: Стандартинформ, 2017. 27 с.

13. Басовский Н.З., Завертяев Б.П. Селекция скота по воспроизводительной способности. М.: КолосС, 1975. 143 с.

14. Биометрия в MS Excel: учеб. пособие / Е.Я. Лебедько, А.М. Хохлов, Д.И. Барановский, О.М. Гетманец. СПб.: Изд-во «Лань», 2018. 172 с.

15. Мидлтон М.П. Анализ статистических данных с использованием Microsoft Excel для Office XP / пер. с англ. под ред. Г.М. Кобелькова. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. 296 с.

16. В помощь специалистам по воспроизводству стада крупного рогатого скота / В.А. Маленьких и др. М., 2011. 76 с.

Мансурова Мария Салиховна, научный сотрудник отдела животноводства и птицеводства ФГБНУ «Дальневосточный зональный научно-исследовательский ветеринарный институт», 675000, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Северная, 112, тел.: 8-909-812-30-47, e-mail: dalznivilabbiohim@mail.ru

Поступила в редакцию 29 октября 2018 года

UDC 636.082:636.22/.28.082.13(571.61)

Mansurova Maria Salikhovna

FSBSI «Far East Zone Research Veterinary Institute», e-mail: dalznivilabbiohim@mail.ru

Indicators of growth, development and reproductive ability of the Hereford cows of Australian breeding in the Amur region

Summary. There were studied reproductive qualities, live weight and measurements of Hereford cows of Australian breeding and their progeny from the crossing of imported animals with local Hereford bulls. The purpose of the study was to research growth, development and reproductive ability of the Hereford beef cattle in the Amur Region. In Australian cows, the age of first fruitful insemination was shifted to a later date which affected the age of the first calving (31.7 months). The results were associated with a gain of required live weight of 340-360 kg for heifers of Class II breed standard. There was an increase in the service period by 63.4 %. The reproductive ability coefficient did not reach the lower norm limit by 9.5 %, which indicated a decrease in the fertility of the

breeding stock of Australian animals. The progeny from imported cows over 7 years was less by 6.8 %. The rate of stillborn calves in Australian animals was 16.7 % ($P<0.05$) of the total number of calves born, in most cases in the first calving. Reproduction rates of progeny were within the norm, all calving was good, no cases of stillborn calves were recorded. In the study of live weight, it was found that the cows of Australian breeding exceeded Amur herd mates up to 6 months of age ($P<0.05$) and in the period from 18 months up to 7 years. Australian cattle had higher hip height indicators. The live weight of progeny of the Australian and Amur cattle was similar. At the age of 15 to 18 months the live weight of progeny was out of class, at the age of 3-4 years it satisfied the requirements of the Class I breed standard. The hip height indicators of Australian and Amur progeny were similar. Thus, the results obtained by us indicate the need to correct the terms of entry, as well as the conditions of feeding and keeping cattle of the Hereford breed in the Amur Region.

Key words: beef cattle, Hereford, cows, adaptation, live weight, hip height, reproductive ability.

УДК 636.1

Разработка способа отбора проб волос лошадей для исследования на элементный состав

С.А. Мирошников[1], О.А. Завьялов[1], А.Н. Фролов[1], М.Я. Курилкина[1,2]
В.В. Калашников[3], А.М. Зайцев[3], М.М. Атрощенко[3], Ф.Х. Сиразетдинов[1]

[1] *ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»*
[2] *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»*
[3] *ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства»*

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по разработке способа отбора проб волос с гривы лошадей для исследований на элементный состав, с учётом данных по скорости отрастания и элементного состава различных участков волос, сформированных в разные возрастные периоды. Элементный состав волос определялся методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии. Экспериментальная часть работы выполнялась в условиях Оренбургского областного ипподрома на кобылах русской тяжеловозной, орловской рысистой и башкирской пород. Установлено, что наиболее предпочтительным местом отбора проб волос лошадей для исследований на элементный состав является участок гривы проекции первого шейного позвонка. Средняя скорость отрастания волосяных волокон на этом участке за весь период эксперимента была достоверно ($P \leq 0,05$) выше аналогичного показателя для других изучаемых мест на 16,8-19,4 %. Таким образом, отбор волос с данного участка может значительно сократить период времени до повторного отбора, что важно в практической работе. При этом отбор образцов с учётом скорости отрастания волос (1,11±0,063 мм/сут) позволит отбирать участки волос, сформированные в определённые периоды жизни животного. Способ может использоваться для отбора образцов волос без учёта породной принадлежности и физиологического состояния животных.

Ключевые слова: лошадь, грива, волос (шерсть), способ отбора, элементный статус, химические элементы.

Введение.

Диагностика, профилактика и лечение элементозов, коррекция рационов сельскохозяйственных и домашних животных возможны с учётом данных элементного состава волос (шерсти). Подтверждением этого является опыт, накопленный в медицине. Метод диагностики и лечения элементозов человека, основанный на исследовании элементного состава волос (метод доктора Скального), за последние годы использован при лечении и профилактике заболеваний более чем 500 тыс. человек. Основой данного метода является алгоритм, учитывающий индивидуальные отклонения элементного состава волос человека от физиологической нормы содержания элементов [1]. В последнее время волосы человека как альтернатива образцам крови, мочи, биопсийного материала получили широкое применение в клинической токсикологии и химии [2, 3]. Элементный анализ волос человека находит применение при диагностике онкологических заболеваний [4]; патологий, вызванных интоксикацией тяжёлыми металлами [5]; метаболических синдромов [6]; заболеваний щитовидной железы [7].

В распоряжении практиков нет аналогичных неинвазивных методов в животноводстве. По этой причине информация для сравнительной оценки содержания микроэлементов в волосе довольно незначительна и её следует накапливать для мониторинга и предупреждения заболеваний [8]. Метод исследования элементного статуса животных может получить широкое применение в коневодстве для индивидуальной оценки и коррекции обмена веществ продуктивных животных. Это позволит увеличить воспроизводительные способности жеребцов [9] и повысить спортивные качества скаковых лошадей [10].

Цель исследования.

Разработка способа отбора проб волос с гривы лошадей с учётом данных по скорости отрастания и элементного состава участков волос, сформированных в разные возрастные периоды.

Материалы и методы исследования.

Объект исследований. Кобылы русской тяжеловозной, орловской рысистой и башкирской пород в возрасте 4-5 лет, живая масса – 550,6-650,2 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. Эксперимент проводился на базе Оренбургского областного ипподрома на популяции физиологически здоровых кобыл русской тяжеловозной (n=20), орловской рысистой (n=10) и башкирской (n=10) пород.

Исследования выполнены в два этапа. На первом этапе была изучена скорость отрастания волос на разных участках (проекция первого, четвёртого и седьмого шейных позвонков) гривы кобыл. В указанных местах выбривались участки размером 3×3 см. С периодичностью 10 суток производились замеры вновь отрастающих волос по длине волокон. Изучена в сравнительном аспекте скорость отрастания волос с гривы кобыл различных пород и физиологического состояния.

На втором этапе с целью подтверждения гипотезы о том, что участок волоса с гривы кобыл, сформировавшийся в определённый возрастной период, отражает уровень обменных процессов химических элементов в аналогичный возрастной интервал, было проведено исследование на волосах, отобранных с участка гривы в области проекции первого шейного позвонка кобыл российской тяжеловозной породы. Для проведения эксперимента волос с учётом скорости отрастания (1,11±0,063 мм/сут), установленной в ходе реализации первого этапа исследований, был разделён на части, соответствующие периоду жерёбости (10-11 мес.) и лактации (1-2 мес.).

Дистальное отрастание для каждого участка рассчитывалось по формуле [11]:

$$L=S\times I,$$

где L – дистальное расстояние, отмеряемое от корня волос, мм;

S – скорость роста волос, мм/сут;

I – изучаемый возрастной период, сут

Продолжительность изучаемых возрастных интервалов в нашем опыте составила 60 суток.

В зависимости от полученных результатов отобранные образцы по длине волос были разделены на два участка: первый участок – 0,5-6,7 см от корня, соответствующий периоду лактации, второй участок – 6,7-13,4 см от корня, соответствующий периоду жерёбости.

Рацион кормления в указанные временные интервалы различался по содержанию химических элементов. Суточный рацион подопытных животных в период жерёбости включал: Ca – 98 г; Mg – 32 г; Fe – 1576 мг; Cu – 157 мг; Zn – 550 мг; Se – 2,0 мг, в период лактации: Ca – 70 г; Mg – 30 г; Fe – 1825 мг; Cu – 127 мг; Zn – 440 мг; Se – 1,8 мг.

Определяли элементный состав волос методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии, проводили озоление биосубстратов и оценивали в полученной золе содержание элементов.

Оборудование и технические средства. Элементный состав волос определялся 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. Статистический анализ результатов проводился при помощи пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Статистическое сравнение результатов проводилось с использованием критерия Манна-Уитни.

Результаты исследований.

Сравнительная оценка полученных в ходе исследований результатов скорости отрастания волос на разных участках гривы кобыл выявила факт достоверной разницы по величине этого показателя (табл. 1).

Таблица 1. **Скорость отрастания волос гривы кобыл на различных участках шейного гребня, мм/сут**

Период	Место взятия		
	проекция первого шейного позвонка	проекция четвёртого шейного позвонка	проекция седьмого шейного позвонка
	M±m	M±m	M±m
0-10 сутки	1,07±0,040	0,95±0,031*	0,92±0,038*
11-20 сутки	1,14±0,044	0,96±0,043**	0,94±0,038**
21-30 сутки	1,13±0,051	0,94±0,048*	0,92±0,06*

Примечание: *– P≤0,05; ** – P≤0,01

Скорость отрастания волос на гриве кобыл в области проекции первого шейного позвонка в первые 10 суток наблюдений была соответственно на 12,7 % (P≤0,05) и 16,3 % (P≤0,05) выше величины этого показателя, рассчитанного для области четвёртого и седьмого позвонков. В последующие 10 суток эксперимента (11-20 сутки) данное преимущество сохранилось и составило 18,8 % (P≤0,01) и 21,3 % (P≤0,01). В заключительный период эксперимента (21-30 сутки) величина рассматриваемого показателя для проекции первого позвонка была достоверно выше на 20,2 % (P≤0,05) и 22,8 % (P≤0,05) соответственно.

Сопоставление скорости отрастания волос на гриве в области проекции первого шейного позвонка у кобыл, находящихся в различном физиологическом состоянии, достоверных различий по величине изучаемого показателя не выявило (табл. 2).

Таблица 2. **Скорость отрастания волос на гриве кобыл российской тяжеловозной породы разных стадий лактации в области проекции первого шейного позвонка, мм/сут**

Период	Стадия лактации		
	сухостойный период	второй месяц	шестой месяц
	M±m	M±m	M±m
0-10 сутки	1,04±0,042	1,07±0,040	1,02±0,045
11-20 сутки	1,08±0,052	1,14±0,044	1,07±0,049
21-30 сутки	1,13±0,061	1,13±0,051	1,11±0,063

Аналогичные результаты при отсутствии статистически значимой разницы были получены при сравнении скорости отрастания волос с гривы для кобыл трёх пород: российская тяжеловозная, орловская рысистая и башкирская (табл. 3).

Таблица 3. **Скорость отрастания волос на гриве кобыл различных пород в области проекции первого шейного позвонка, мм/сут**

Период	Порода		
	российская тяжеловозная	орловская рысистая	башкирская
	M±m	M±m	M±m
0-10 сутки	1,07±0,040	1,05±0,044	1,09±0,053
11-20 сутки	1,14±0,044	1,09±0,053	1,08±0,062
21-30 сутки	1,13±0,051	1,10±0,059	1,13±0,059

Разница в содержании химических элементов в рационе жерёбых и лактирующих кобыл отразилась на элементном составе волос за соответствующий период их формирования (табл. 4).

Таблица 4. **Содержание химических элементов в различных участках по длине волоса, отобранного с гривы кобыл российской тяжеловозной породы в области проекции первого шейного позвонка, мкг/г**

Элемент	Физиологическое состояние	
	жерёбость (10-11 мес.)	лактация (1-2 мес.)
Ca	1438±93,83	1173±77,44*
K	3110±413,3	1784±78,5**
Mg	360,8±18,94	306,8±11,11*
Cu	7,12±0,214	6,37±0,224*
Fe	155,9±22,79	274,6±44,34*
I	0,174±0,011	0,116±0,02*
Se	0,614±0,032	0,521±0,027*
Zn	184±7,6	160±4,96*
Li	0,599±0,071	0,4±0,038*

Примечание: *– P≤0,05; ** – P≤0,01

Как видно из таблицы, участки волос, сформировавшиеся в различные возрастные периоды, отличались по концентрации в них кальция (P≤0,05), калия (P≤0,01), магния (P≤0,05), меди (P≤0,05), железа (P≤0,05), йода (P≤0,05), селена (P≤0,05), цинка (P≤0,05) и лития (P≤0,05), что в целом согласуется с уровнем потребления этих элементов с кормом в соответствующие физиологические периоды.

Обсуждение полученных результатов.

Опыт, накопленный в медицине при оценке и коррекции элементного статуса человека через исследование элементного состава волос, позволяет рассматривать использование этого метода в животноводстве. Перспективными представляются исследования элементного состава волос для диагностики, профилактики и лечения элементозов жеребцов-производителей [9] и скаковых лошадей [10].

В связи с чем нами была поставлена цель по совершенствованию методики отбора волос лошадей для исследований на элементный состав. Необходимость исследований по проблеме определяется отсутствием данных по элементному составу волос лошадей, сформированных в разные возрастные периоды, и скорости отрастания волос на различных участках гривы.

Волосяные фолликулы, а следовательно, и волосы являются метаболически активными тканями, которые требуют постоянного поступления минеральных веществ с кровью [12-14] для поддержки своей структуры [15]. В свою очередь элементный состав волос (шерсти) отражает особенности метаболизма химических элементов в организме в отдельные периоды жизни [16-18]. В этой связи результаты наших исследований, демонстрирующие различия элементного состава участков волос, сформировавшихся в различные возрастные периоды, могут являться следствием различного уровня концентраций химических элементов в потребляемых рационах жерёбых и лактирующих кобыл [19].

Волосы гривы и хвоста лошадей подвергаются постоянному росту. Проведённые исследования показали, что скорость роста волос гривы относительно постоянна и не имеет значительных колебаний в связи с изменениями природно-климатических условий. При этом, как показали результаты нашего эксперимента, темпы роста волос могут варьировать в разных областях гривы (табл. 3). Так, средняя скорость отрастания волосяных волокон в области проекции первого шейного позвонка была достоверно (P≤0,05) выше аналогичного показателя для других изучаемых мест

на 16,8-19,4 %, что согласуется с ранее проведёнными исследованиями [20]. Таким образом, отбор образцов волос с данного участка позволит значительно сократить период времени до повторного отбора образцов, что важно в практической работе.

К числу факторов, влияющих на показатели темпов роста волос гривы, можно отнести породность. Как показали ранее проведённые исследования, темпы роста волос гривы и хвоста были выше у помесных пород, чем у чистокровных животных [21]. В нашем эксперименте сопоставление скорости отрастания волос на гриве у кобыл разных пород достоверных различий по величине изучаемого показателя не выявило. Аналогичные результаты при отсутствии статистически значимой разницы были получены при сравнении скорости отрастания волос с гривы для кобыл различного физиологического состояния (сухостойный период, второй и шестой месяцы лактации). Ранее факт отсутствия влияния стадии лактации, возраста или пола на скорость роста волос в гриве или хвосте лошадей был установлен в исследованиях M. Dunnett [20]. Это свидетельствует о том, что разработанный способ может использоваться для отбора образцов волос без учёта породной принадлежности, пола, возраста и физиологического состояния животных.

Выводы.

Наиболее предпочтительным местом отбора проб волос лошадей для исследований на элементный состав является участок гривы проекции первого шейного позвонка. Средняя скорость отрастания волосяных волокон на этом участке за весь период эксперимента была достоверно ($P \leq 0,05$) выше аналогичного показателя для других изучаемых мест на 16,8-19,4 %. При этом отбор образцов с учётом скорости отрастания волос (1,11±0,063 мм/сут) позволит отбирать пробы волос, сформированные в определённые периоды жизни животного.

Разработанный способ может использоваться для отбора образцов волос без учёта породной принадлежности, пола, возраста и физиологического состояния животных.

Исследования проводились при поддержке Российского научного фонда (проект № 17-16-01109)

Литература

1. Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Ca, Mg, Fe, Zn и Cu в волосах человека // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. № 2. С. 5-10.

2. The content of fluoride, calcium and magnesium in the hair of young men of the bantu language group from tanzania versus social conditioning / E. Rębacz-Maron, I. Baranowska-Bosiacka, I. Gutowska, N. Krzywania, D. Chlubek // Biological Trace Element Research. 2013. 156(1-3). P. 91-95. doi: 10.1007/s12011-013-9844-z.

3. 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.

4. Screening of trace elements in hair of the female population with different types of cancers in Wielkopolska region of Poland / B. Czerny, K. Krupka, M. Ożarowski, A. Seremak-Mrozikiewicz // Scientific World Journal. 2014. P. 79-85. doi: 10.1155/2014/953181.

5. Indicator ability of biosubstances in monitoring the moderate occupational exposure to toxic metals / A.R. Grabeklis, A.V. Skalny, S.P. Nechiporenko, E.V. Lakarova // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. Jan. 25. Suppl. 1. S. 41-44. doi: 10.1016/j.jtemb.2010.10.014.

6. Park S.B., Choi S.W., Nam A.Y. Hair trace elements in patients with goiter // Klin Lab Diagn. 2006. Aug (8). P. 19-21.

7. Hair iodine for human iodine status assessment / B. Momčilović, J. Prejac, V. Višnjević, M.G. Skalnaya, N. Mimica, S. Drmić, A.V. Skalny // Thyroid. 2014. Jun. 24(6). P. 1018-1026. doi: 10.1089/thy..0499.

8. Biological application of laser induced breakdown spectroscopy technique for determination of trace elements in hair / E.M. Emara, H. Imam, M.A. Hassan, S.H. Elnaby // Talanta. 2013. Dec. 15. 117. P. 176-183. doi: 10.1016/j.talanta.2013.08.043. Epub 2013 Sep 7.

9. Репродуктивная функция жеребцов чистокровной арабской породы в зависимости от элементного статуса, оценённого по составу волоса из гривы / В.А. Багиров, В.В. Калашников, А.М. Зайцев, М.М. Атрощенко, С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 6. С. 1184-1193.

10. The content of essential and toxic elements in the hair of the mane of the trotter horses depending on their speed / V. Kalashnikov, A. Zajcev, M. Atroshchenko, S. Miroshnikov, A. Frolov, O. Zav'yalov, L. Kalinkova, T. Kalashnikova // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Aug 24. 25(22). P. 21961-21967.

11. Способ отбора образцов шерсти для исследования элементного статуса крупного рогатого скота в различные временные периоды: пат. 2611755 Рос. Федерация / С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, А.Н. Фролов, Г.К. Дускаев, Б.Г. Рогачёв, М.Я. Курилкина. Заявл. 23.11.15; опубл. 28.02.17, Бюл. № 7.

12. Impact of long-term supplementation of zinc and selenium on their content in blood and hair in goats / L. Pavlata, M. Chomat, A. Pechova, L. Misurova, R. Dvorak // Veterinarni Medicina. 2011. 56. P. 63-74.

13. Trace mineral profile in blood and hair from cattle environmentally exposed to lead and cadmiumaround different industrial units / R.C. Patra, D. Swarup, M.C. Sharma, R. Naresh // Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical medicine. 2006. 53(10). P. 511-517.

14. Comparison of trace mineral concentrations in tail hair, body hair, blood, and liver of mule deer (Odocoileus hemionus) in California / A. Roug, P.K. Swift, G. Gerstenberg, L.W. Woods, C. Kreuder-Johnson, S.G. Torres, B. Puschner // Journal of Veterinary Diagnostic Investigation. 2015. 27. P. 295-305.

15. Galbraith H. Nutritional and hormonal regulation of hair follicle growth and development // Proceedings of The Nutrition Society. 1998. 57. P. 195-205.

16. Selenium concentration in blood and hair of holstein dairy cows / G. Christodoulopoulos, N. Roubies, H. Karatzias, A. Papasteriadis // Biological Trace Element Research. 2003. Feb. 91(2). P. 145-150.

17. Smith K.M., Dagleish M.P., Abrahams P.W. The intake of lead and associated metals by sheep grazing mining-contaminated floodplain pastures in mid-Wales, UK: II. Metal concentrations in blood and wool // Science of the Total Environment. 2010. Feb 1. 408(5). P. 1035-1042. doi: 10.1016/j.scitotenv.2009.10.023. Epub 2009 Nov 20.

18. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows / D. Cygan-Szczegielniak, M. Stanek, E. Giernatowska, B. Janicki // Folia Biologica. 2014. 62(3). P. 163-169.

19. 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.

20. Dunnett M. The diagnostic potential of equine hair: a comparative review of hair analysis for assessing nutritional status, environmental poisoning, and drug use and abuse // Advances in Equine Nutrition – III / eds. J. Pagan and R.J. Geor. Kentucky. Kentucky Equine Research, 2005. P. 85-106.

21. Dunnett M., Houghton E., Lees P. Deposition of etamiphylline and other methylxanthines in equine mane hair following oral administration // Proc. 14th Internat. Conf. of Racing Analysts and Veterinarians. Orlando, Florida: R & W Publications, 2002.

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, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims.or@mail.ru; преподаватель кафедры биологии, природопользования и экологической безопасности ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет, 460014, г. Оренбург, ул. Ленинская, д. 59а

Калашников Валерий Васильевич, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, научный руководитель ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», 391105, Рязанская область, Рыбновский район, пос. Дивово, тел.: 8(4912)24-02-65, e-mail: vniik08@mail.ru

Зайцев Александр Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства», 391105, Рязанская область, Рыбновский район, пос. Дивово, тел.: 8(4912)24-02-65, e-mail: amzaitceff@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: atromiks-77@mail.ru

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

Поступила в редакцию 23 ноября 2018 года

UDC 636.1

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich[1], Zavyalov Oleg Aleksandrovich[1], Frolov Alexey Nikolaevich[1], Kurilkina Marina Yakovlevna[1,2], Kalashnikov Valery Vasilyevich[3], Zaytsev Alexander Mikhaylovich[3], Atroshchenko Mikhail Mikhaylovich[3], Sirazetdinov Farid Khamitovich[1]

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

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

[3] *FSBSI «All-Russian Research Institute of Horse Breeding»,* e-mail: vniik08@mail.ru

Development of a method for horsehair sampling for research of elemental composition

Summary. The article presents the results of research on the development of a hair sampling method from the horse's mane for research on elemental composition, taking into account data on growth rate and elemental composition of different hair sections formed during different age periods. The elemental composition of hair was determined by atomic emission and mass spectrometry. The experimental part of the work was performed in the conditions of the Orenburg Regional Hippodrome on mares of Russian Heavy Draft, Orlov Trotting and Bashkir breeds. It has been established that the most preferable place for horsehair sampling for research on elemental composition is the mane portion of the projection of the first cervical vertebra. The average speed of regrowth of hair fibers in this area, over the entire period of the experiment, was significantly ($P \leq 0.05$) higher than the similar indicator for other studied sites by 16.8-19.4 %. Thus, the selection of hair from this area can significantly reduce the period before re-selection, which is important in practical work. At the same time, sampling taking into account the speed of hair regrowth (1.11±0.063 mm/day) will allow to select areas of hair formed during certain periods of the animal's life. The method can be used for sampling hair without regard to the breed and the physiological state of animals.

Key words: horse, mane, elemental status, chemical elements, hair (wool), method of selection.

УДК 636.085:577.17

Влияние внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов, на качественные показатели молока мясных коров

А.Н. Фролов[1], О.А. Завьялов[1], А.В. Харламов[1], Л.П. Леонтьева[1], М.Я. Курилкина[1,2]

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

[2] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. В статье представлены результаты влияния парентерального введения препарата микроэлементов на качественные показатели молока мясных коров.

Исследования проведены на 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 и опытную. 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. Опытные животные были матерями-кормилицами с регламентированным 3-разовым подсосом телят. Отбор проб молока 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 – 1,09 кг.

На 14 сутки эксперимента установлено увеличение концентрации микроэлементов в молоке: цинка − на 18,1 %, йода – на 47,4 % при снижении содержания свинца на 38,0 % по сравнению с контрольной группой.

На 28 сутки эксперимента кроме изменения в концентрации минеральных веществ (увеличение йода на 87,9 %, селена – на 68,2 % и снижение свинца на 26,9 %, кадмия – на 40,9 %) наблюдалось увеличение содержания белка на 0,14 %, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) – на 0,24 %.

Таким образом, введение добавки микроэлементов, содержащей в своём составе йод и селен, положительно влияет на концентрацию их в молоке и позволяет повысить содержание белка и СОМО.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы, молоко, элементный статус, гормональный статус, йод, селен.

Введение.

Состояние микроэлементного статуса телят до отъёма их от матерей зависит от двух источников: резервов, которые они получили от матери при рождении, и молока. Однако этих источников поступления микроэлементов зачастую оказывается недостаточно.

Молодые животные особенно чувствительны к дефициту микроэлементов в связи с интенсивным ростом. Дефицитное состояние у них проявляется более выражено и в более острой форме, чем у взрослых животных. Появление у животного недостатка микроэлементов зависит от интенсивности роста. Если содержание микроэлементов граничит с недостаточностью, то при ускоренном росте появится их дефицит [1].

Исследованиями Т.И. Бурцевой установлено, что 70 % территории Оренбургской области является селендефицитной и 100 % – йоддефицитной [2].

Нормальный статус щитовидной железы зависит от наличия многих микроэлементов как для синтеза, так и для метаболизма гормонов щитовидной железы. Йод наиболее важен как компонент гормонов тироксина и трийодтиронина, которые влияют на рост, половое созревание, умственное развитие у всех видов животных [3, 4]. Селен необходим для нормального метаболизма гормонов щитовидной железы, связанного с селенсодержащими йодтирониндейодиназами, кото-

рые контролируют синтез и деградацию биологически активного гормона щитовидной железы Т3 и влияют на иммунную, мозговую, мышечную и репродуктивную функции. Кроме того, селенопероксидазы и тиоредоксинредуктаза защищают щитовидную железу от пероксидов, образующихся при синтезе гормонов [5-9].

Профилактика и лечение йододефицита йодсодержащими препаратами без коррекции селена зачастую малоэффективны. Дефицит селена может приводить к снижению содержания йода в щитовидной железе на 50-95 % [10].

Концентрация йода и селена в молоке прямо пропорциональна концентрации этих микроэлементов в кормах [11].

В этой связи исследования, направленные на изучение влияния введения корректирующей минеральной добавки коровам на качественные показатели молока, являются весьма актуальными, представляют несомненный научный и практический интерес.

Цель исследования.

Изучить влияние двукратной внутримышечной инъекции препарата микроэлементов на качественные показатели молока коров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы герефордской породы канадской селекции, возраст – 4-5 лет (2-3 отёл), живая масса – 548,4±12,3 кг, на 3 месяце лактации; молоко.

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 герефордской породы, принадлежащих ООО СП «Колос» Оренбургской области, с низкими воспроизводительными способностями (не пришли в охоту более 2 месяцев после отёла). Из 48 коров отобраны 30, у которых содержание в шерсти йода и селена было ниже установленной нормы (ниже 25 процентиля, I<0,28 мг/кг, Se<0,58 мг/кг) [12]. 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. 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 ней содержалось ОЭ – 106,2 МДж, сухого вещества – 12,1 кг, переводимого протеина – 1,09 кг.

Отбор проб молока производили до 1-й инъекции препарата и на 14 и 28 сутки эксперимента, с 7 до 8 утра, путём ручного полного выдаивания опытных животных, которые были матерями-кормилицами с регламентированным 3-разовым подсосом телят.

Качество молока (массовая доля жира, белка, лактозы, минеральных солей (золы) и плотность) определяли ультразвуковым методом, концентрацию химических элементов (в т. ч. тяжёлых металлов) в молоке – на атомно-абсорбционном спектрометре и инверсионном вольтамперометрическом анализаторе.

Проводили отбор образцов шерсти согласно ранее разработанной методике [13] при помощи беспроводной машинки для стрижки коров, лошадей и мелких животных, с длиной остатка от корня не более 1,8 мм.

Для определения стельности и бесплодности коров проводили ультразвуковую диагностику.

Оборудование и технические средства. Для первичных исследований определение показателей качества молока (массовая доля жира, белка, лактозы, минеральных солей (золы) и плотность) проводили ультразвуковым методом на анализаторе «Клевер-2М» согласно МВИ 2007.24.01.2. Определение концентрации химических элементов (в т. ч. тяжёлых металлов) в молоке проводили на атомно-абсорбционном спектрометре Квант-2АТ по ГОСТ 30178-96 и инверсионном вольтамперометрическом анализаторе ТА-4 по ГОСТ Р 52689-2006 в условиях Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Отбор образцов шерсти проводили согласно ранее разработанной методике [13] при помощи беспроводной машинки для стрижки коров, лошадей и мелких животных Heiniger Saphir (Швейцария), с длиной остатка от корня не более 1,8 мм.

Ультразвуковую диагностику коров на определение стельности и бесплодность проводили при помощи ветеринарного УЗИ сканера IMAGO S с ректальным секторным датчиком DB 355 M.

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 исследования.

Анализ изучаемых качественных показателей молока в начале эксперимента не выявил существенных различий между группами (табл. 1).

Таблица 1. **Качественные показатели молока коров до 1-й инъекции препарата**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Белок, %	3,143±0,053	3,318±0,134
СОМО, %	8,464±0,111	8,682±0,189
Жир, %	4,670±0,305	4,716±0,609
Плотность, кг/м3	1031,00±0,504	1031,24±1,216
t замерзания, °С	-0,523±0,006	-0,531±0,005
Медь, мг/кг	0,027±0,003	0,031±0,006
Цинк, мг/кг	1,598±0,228	1,535±0,223
Железо, мг/кг	0,069±0,007	0,061±0,008
Свинец, мг/кг	0,033±0,005	0,038±0,004
Кадмий, мг/кг	0,003±0,0004	0,003±0,0003
Кобальт, мг/кг	0,081±0,008	0,084±0,011
Марганец, мг/кг	0,008±0,001	0,008±0,001
Йод, мг/кг	0,218±0,003	0,216±0,002
Селен, мг/кг	0,018±0,001	0,018±0,002

Двукратное парентеральное введение препарата микроэлементов коровам оказало положительное влияние на качественный состав молока (табл. 2, 3).

Таблица 2. **Качественные показатели молока коров на 14 сутки эксперимента**

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Белок, %	3,036±0,031	3,127±0,038
СОМО, %	8,373±0,069	8,473±0,094
Жир, %	5,164±0,275	4,782±0,356
Плотность, кг/м3	1027,100±0,214	1027,891±0,404
t замерзания, °С	-0,540±0,005	-0,542±0,006
Медь, мг/кг	0,014±0,002	0,020±0,007
Цинк, мг/кг	1,671±0,079	1,975±0,118*
Железо, мг/кг	0,079±0,011	0,083±0,009
Свинец, мг/кг	0,050±0,005	0,031±0,003**
Кадмий, мг/кг	0,003±0,000	0,004±0,001
Кобальт, мг/кг	0,081±0,008	0,063±0,008
Марганец, мг/кг	0,008±0,001	0,012±0,002
Йод, мг/кг	0,232±0,008	0,342±0,036**
Селен, мг/кг	0,021±0,004	0,026±0,007

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

Таблица 3. **Качественные показатели молока коров на 28 сутки эксперимента**

Показатель	Группа	
	контрольная	**опытная**
Белок, %	3,082±0,029	3,218±0,032**
СОМО, %	8,409±0,073	8,645±0,079*
Жир, %	4,509±0,292	4,891±0,258
Плотность, кг/м3	1026,618±0,413	1027,564±0,292
t замерзания, °С	-0,547±0,005	-0,557±0,004
Медь, мг/кг	0,026±0,003	0,040±0,006
Цинк, мг/кг	1,723±0,176	2,098±0,099
Железо, мг/кг	0,069±0,008	0,074±0,009
Свинец, мг/кг	0,042±0,001	0,031±0,002***
Кадмий, мг/кг	0,004±0,0005	0,002±0,0002*
Кобальт, мг/кг	0,120±0,012	0,118±0,008
Марганец, мг/кг	0,009±0,001	0,007±0,0009
Йод, мг/кг	0,224±0,016	0,421±0,036***
Селен, мг/кг	0,022±0,002	0,037±0,004**

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

В молоке коров опытной группы на 14 сутки эксперимента отмечалось увеличение содержания: цинка – на 18,1 % (P≤0,05), йода – на 47,4 % (P≤0,01), при меньшем содержании свинца – на 38,0 % (P≤0,01) по сравнению с контрольной.

На 28 сутки эксперимента наблюдались изменения в качественном составе молока по сравнению с контрольной группой: увеличение содержания белка на 0,14 % (P≤0,01), СОМО – на 0,24 % (P≤0,05), йода – на 87,9 % (P≤0,001), селена – на 68,2 % (P≤0,01), при снижении свинца – на 26,9 % (P≤0,001), кадмия – на 40,9 % (P≤0,05).

Обсуждение полученных результатов.

Молоко матери является самым важным продуктом в питании телёнка в первые месяцы его жизни. В настоящее время молочной продуктивности и качеству молока у мясного скота не уделяется должного внимания, что приводит к частым заболеваниям телят в первые месяцы жизни [1]. Научно доказано, что выход молока является чувствительным индикатором статуса Se, низкий выход молока может быть важным экономическим последствием субклинического дефицита Se у крупного рогатого скота [14]. По мнению ряда авторов, обогащение рациона селеном позволит повысить удой на 4,6-7,6 % [15, 16].

Ещё одним веским аргументом необходимости контроля уровня селена является и то, что снижение его концентрации ассоциируется с повышенным риском мастита у крупного рогатого скота [17].

Нами установлен положительный эффект от внутримышечного введения микроэлементной корректирующей добавки, использование которой позволило увеличить концентрацию в молоке йода с 0,216 до 0,421 мг/кг, селена – с 0,018 до 0,037 мг/кг, которые в свою очередь повлияли на содержание белка и, как следствие, повышение СОМО. Вероятно, это связано с тем, что селен в молоке находится в белковой фракции, изменение концентрации которого приводит и к количественным изменением самого белка, это согласуется с исследованиями [18,19].

Содержание молочного жира в процессе исследований изменению не подверглось, наши результаты подтверждают результаты предыдущих исследований, указывающих на то, что концентрация йода и селена в молоке не оказывает влияние на уровень молочного жира [20, 21].

Повышение концентрации селена способствует снижению токсичных микроэлементов свинца и кадмия, что подтверждает антагонистические отношения между этими элементами, это согласуется с ранее проведёнными исследованиями [22-26].

Вывод.

Для повышения качественных показателей молока коров (белка, СОМО, йода, селена) следует двукратно внутримышечно вводить препарат, содержащий комплекс эссенциальных микроэлементов.

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

Литература

1. Ламанд Г. Недостаток микроэлементов в кормлении телят // Farm Animals. 2013. № 3-4. С. 84-90.

2. Бурцева Т.И. Совершенствование системы экологического мониторинга селенового статуса населения (на примере Оренбургской области): дис. … д-ра биол. наук. М., 2016, 292 с.

3. Arthur J.R., Beckett G.J. Thyroid function // British Medical Bulletin. 1999. Vol. 55. P. 658-668. doi: 10.1258/0007142991902538.

4. 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 // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 2. С. 97-103.

5. Rayman M.P. The importance of selenium to human health // Lancet. 2000. 356. P. 233-241. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02490-9.

6. Combs G.F. Selenium in Global Food Systems // British Journal of Nutrition. 2001. 85. P. 517-547. doi: 10.1079/BJN2000280.

7. Selenium in human health and disease / S.J. Fairweather-Tait, Y. Bao, M.R. Broadley, R. Collings, D. Ford, J.E. Hesketh, R. Hurst // Antioxidants & Redox Signaling. 2011. 14. P. 1337-1383. doi: 10.1089/ars.2010.3275.

8. Zimmermann M.B. Iodine deficiency in pregnancy and the effects of maternal iodine supplementation on the offspring: A review // The American Journal of Clinical Nutrition. 2009. 89. S. 668-672. doi: 10.3945/ajcn.2008.26811C.

9. Skeaff S.A. Iodine deficiency in pregnancy: The effect on neurodevelopment in the child // Nutrients. 2011. 3. P. 265-273. doi: 10.3390/nu3020265.

10. Короткова А.А. Показатели качества молока и молочных продуктов для детского питания при использовании в рационах коз органических форм йода и селена // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 73. С. 382-393.

11. Iodine Concentration in Milk Sampled from Canadian Farms / S.I.B. Castro, R. Berthiaume, P. Laffey, A. Fouquet, F. Beraldin, A. Robichaud, P. Lacasse // Journal of Food Protection. 2001. 73. P. 1658-1663. doi: 10.4315/0362-028X-73.9.1658.

12. 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. Т. 101. № 1. С. 51-58.

13. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S.A. Miroshnikov, A.V. Kharlamov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, O. Arapova, G. Duskaev // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Т. 14. № 9. P. 632-636.

14. Wichtel J.J. A review of selenium deficiency in grazing ruminants. Part 2: Towards a more rational approach to diagnosis and prevention // New Zealand veterinary journal. 1998. Vol. 46. P. 54-58. doi:10.1080/00480169.1998.36056.

15. The effect of selenium supplementation on milk production in dairy cattle / A.J. Fraser, T.J. Ryan, R. Sproule, R.G. Clark, D. Anderson, E.O. Pederson // Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 1987. Vol. 47. P. 61-64.

16. The selenium status of dairy herds in Prince Edward Island / J.J. Wichtel, G.P. Keefe, J.A. Van Leeuwen, E. Spangler, M.A. McNiven, T.H. Ogilvie // The Canadian Veterinary Journal. 2004. 45. P. 124-132.

17. Smith K., Hogan J., Weiss W. Dietary vitamin E and selenium affect mastitis and milk quality // Journal of Animal Science. 1997. 75. P. 1659-1665.

18. Сердюкова Я.П. Влияние кормовой добавки «Селениум-Вита» в рационах лактирующих коров на молочную продуктивность и качество молока // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 94. С. 490-506.

19. Efficient selenium transfer from mother to offspring in selenoprotein-P-deficient mice enables dose-dependent rescue of phenotypes associated with selenium deficiency / U. Schweizer, M. Michaelis, J. Köhrle, L. Schomburg // Biochemical Journal. 2004. 378. P. 21-26.

20. Effect of milk type and processing on iodine concentration of organic and conventional winter milk at retail: Implications for nutrition / L.M. Payling, D.T. Juniper, C. Drake, C. Rymer, D.I. Givens // Food Chemistry. 2015. 178. P. 327-330. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.01.091.

21. Iodine in British foods and diets / S.M. Lee, J. Lewis, D.H. Buss, G.D. Holcombe, P.R. Lawrance // British Journal of Nutrition. 1994. 72. P. 435-446. doi: 10.1079/BJN19940045.

22. The Level of Toxic Elements in Edible Crops from Seleniferous Area (Punjab, India) / S.K. Jaiswal, R. Prakash, N.T. Prakash, A.R. Grabeklis, I.V. Zhegalova, F. Zhang, X. Guo, A.A. Tinkov, A.V. Skalny // Biological Trace Element Research. 2018 Aug. 184(2). P. 523-528. doi: 10.1007/s12011-017-1216-7. Epub. 2017 Dec. 8.

23. Xu T., Gao X., Liu G. The Antagonistic Effect of Selenium on Lead Toxicity Is Related to the Ion Profile in Chicken Liver // Biological Trace Element Research. 2016. Feb. 169(2). P. 365-373. doi: 10.1007/s12011-015-0422-4. Epub 2015 Jul 1.

24. Selenium modulates mercury uptake and distribution in rice (Oryza sativa L.), in correlation with mercury species and exposure level / J. Zhao, Y. Li, Y. Li, Y. Gao, B. Li, Y. Hu, Y. Zhao , Z. Chai // Metallomics. 2014. Oct. 6(10). P. 1951-1957. doi: 10.1039/c4mt00170b. Epub. 2014. Aug. 21.

25. Trace elements status in selenium-deficient rats—interaction with cadmium / D. Kotyzova, P. Cerna, L. Leseticky, V. Eybl // Biological trace element research. 2010. 136(3). P. 287-293. doi: 10.1007/s12011-009-8541-4.

26. Dietary selenium reduces retention of methyl mercury in freshwater fish / P. Bjerregaard, S. Fjordside, M.G. Hansen, M.B. Petrova // Environmental science & technology. 2011. 45(22). P. 9793-9798. doi: 10.1021/es202565g.

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

Леонтьева Лира Павловна, специалист-техник Испытательного центра ЦКП 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.or@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, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims.or@mail.ru; преподаватель кафедры биологии, природопользования и экологической безопасности ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Ленинская, д. 59а.

Поступила в редакцию 26 октября 2018 года

UDC 636.085:577.17

Frolov Alexey Nikolaevich[1], Zavyalov Oleg Aleksandrovich[1], Kharlamov Anatoly Vasilyevich[1], Leontieva Lira Pavlovna[1], Kurilkina Marina Yakovlevna[1,2]

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

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

Effect of intramuscular administration of preparation containing essential microelements complex on quality indicators of milk from beef cows

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 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 and experimental. Experimental animals on 1 and 10 day 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 (Fe3+) 16-20 mg. Sampling was performed on days 1, 14 and 28 of the experiment. During experiment the animal diet included hay – 8 kg, alfalfa haylage – 6 kg, concentrated feed: mixture of barley, wheat, oats – 3.0 kg, it contained metabolizable energy – 106.2 MJ, dry matter – 12.1 kg, transferred protein – 1.09 kg.

An increase in the microelements concentration in milk: zinc – by 18.1 %, iodine – by 47.4 % with a decrease in lead content by 38.0 % compared with the control group were observed on the 14th day of experiment

On the 28th day of experiment, in addition to a mineral substances concentration change (an increase in iodine by 87.9 %, selenium – by 68.2 % and decrease in lead – by 26.9 %, cadmium – by 40.9 %) an increase in the protein content by 0.14 % and in milk solids non-fat (MSNF) – by 0.24 % was observed.

Thus, administration of microelement supplements containing in its composition iodine and selenium has a positive effect on their concentration in milk and allows to increase the content of protein and MSNF.

Key words: cattle, cows, elemental status, milk, hormonal status, iodine, selenium.

УДК 636.082:636.22/28.82.13(470.5)

Воспроизводительные качества коров герефордской породы канадской селекции в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции

С.А. Мирошников[1], Г.А. Морган[2], А.В. Харламов[1], А.Н. Фролов[1], О.А. Завьялов[1], К.Н. Атландерова[1]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] Veterinary Management Services Ltd

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ элементного статуса и воспроизводительных качеств герефордского скота канадской селекции и их потомков двух поколений в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции.

Формирование групп осуществлялось из числа клинически здоровых коров герефордской породы после отёла в январе: I группа – импортированные коровы, II – группа коровы 1 поколения, III – коровы 2 поколения.

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

Воспроизводительные качества коров оценивались по количеству: пришедших в охоту, осеменённых, потраченных доз на осеменение, абортов, полученных телят, выходу телят.

У коров герефордской породы импортной селекции 1 поколения установлена повышенная концентрация в шерсти: калия, магния, хрома, кобальта, марганца, ванадия, бора, никеля, мышьяка, свинца, при снижении концентрации селена; у 2 поколения отмечено повышение концентрации железа, ванадия, кобальта, никеля, хрома, алюминия, марганца, мышьяка, свинца, кадмия, фосфора, магния, меди при снижении натрия, йода, цинка относительно импортированных животных.

Оценка воспроизводительных качеств выявила лучшую осеменяемость и больший выход телят у импортированных коров по сравнению с животными II и III групп.

Ключевые слова: коровы, импортный скот, герефордская порода, адаптация, воспроизводство, шерсть, химические элементы, элементный статус.

Введение.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства одной из важных и сложных проблем, стоящих перед агропромышленным комплексом страны, является увеличение производства говядины. Учитывая перспективы развития отрасли мясного скотоводства в различных регионах страны, имеющийся массив племенных животных мясных пород как по количеству, так и по породной структуре явно недостаточен [1, 2]. Встаёт необходимость в развитии мясного скотоводства как через совершенствование существующих отечественных пород, так и привлечения новых перспективных ресурсов мирового генофонда. Успех разведения импортного скота зависит в первую очередь от его адаптационных способностей в конкретных условиях.

Ценный генетический потенциал завезённого скота используется для совершенствования племенных и продуктивных качеств животных [3].

Адаптация скота приводит к перестройке метаболического и иммунного профилей животных, сопровождающаяся в начальный период стрессовым состоянием, которое в первую очередь отражается на их воспроизводительной функции [4,5].

Изучение адаптационных качеств ввезённого скота необходимо для выявления пород и типов животных, хорошо приспособленных к условиям конкретного региона, пренебрежение к этому зачастую приводит к снижению продуктивности, сокращению продолжительности продуктивного использования, вырождению и даже гибели животных [6, 7].

Обострение экологической ситуации (загрязнение почв, воды, кормов) и нарушение экологического равновесия между средой и организмом зачастую обусловливают недостаточность механизмов адаптации у животных и появлению целого ряда новых заболеваний, в результате чего ухудшается здоровье и снижается продуктивность.

При этом установление содержания химических элементов в шерсти животного за определённый промежуток времени позволяет проводить оценку состояния здоровья животного, его продуктивных и воспроизводительных качеств [8, 9].

В связи с чем изучение элементного статуса герефордского скота различных поколений и их репродуктивных качеств с последующей интерпретацией полученных данных актуально и выявляет акклиматизационные способности животных.

Цель исследования.

Сравнительный анализ в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции элементного статуса и воспроизводительных качеств герефордского скота канадской селекции и их потомков двух поколений.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы герефордской породы, полученные в марте-апреле 2008 года на территории провинции Квебек (Канада), привезённые в 2009 году в ООО «КХ им. Калинина» Оренбургской области и их потомки первого (ноябрь-декабрь 2010 года рождения) и второго (ноябрь-декабрь 2013 года рождения) поколений, полученные в условиях данного хозяйства. Живая масса коров в период проведения исследования составляла 515,4±22,8 кг. Возраст – 3,0-8,0 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.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Температурные условия провинции Квебек (Канада) и Оренбургской области (Россия) сопоставимы и характеризуются жарким летом, с максимумом выше +35 °С и холодной зимой, с минимумами до −30 °С. В отличии от засушливой Оренбургской области, где годовое количество осадков не превышает 300-400 мм, Квебек относится к влажной зоне континентального климата с годовым количеством осадков на уровне 1050-1150 мм. Травостой естественных пастбищ этих регионов состоит из житняка, тимофеевки, костреца безостого, ежи сборной, овсяницы.

Схема эксперимента. В условиях ООО «КХ им. Калинина» Оренбургской области проведено комплексное исследование по оценке элементного статуса и воспроизводительных качеств коров, формирование групп осуществлялось из числа клинически здоровых коров герефордской породы, после отёла в январе (n=60): I группа – импортированные коровы, II – группа коровы 1 поколения, III – коровы 2 поколения.

Воспроизводительные качества коров оценивались по количеству: пришедших в охоту (выявление не менее 2 раз в сутки), осеменённых (осеменение коров – искусственное, в 3 этапа, первое осеменение – с 15 февраля по 10 марта, второе – с 11 марта по 4 апреля, третье – с 5 апреля по 28 апреля), потраченных доз на осеменение, абортов, полученных телят, выходу телят.

Кормление животных с момента поставки осуществлялось рационами, составленными с учётом рекомендаций [10].

Рацион кормления скота в стойловый период состоял из сена житнякового (4 кг), силоса кукурузного (10 кг), сенажа из суданской травы (8 кг), концентратов – 3,0 кг, в пастбищный – злаковое разнотравье.

Элементный состав волос определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП). Озоление биосубстратов проводили с использованием микроволновой системы разложения. Оценка содержания элементов в полученной золе осуществлялась с использованием масс-спектрометра и атомно-эмиссионного спектрометра. Элементный состав биосубстратов исследовали по 25 показателям (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn).

Оборудование и технические средства. Отбор образцов шерсти проводили в январе согласно ранее разработанной методике [11], при помощи беспроводной машинки для стрижки коров, лошадей и мелких животных Heiniger Saphir (Швейцария).

Ультразвуковую диагностику коров на определение стельности и бесплодность проводили при помощи ветеринарного УЗИ сканера IMAGO S (Франция) с ректальным секторным датчиком DB 355 M.

Элементный состав волос определяли 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 количественных признаков применяли критерий Шапиро-Уилка. При вычислении средних значений и в качестве меры центральной тенденции использовали медиану (Me). 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.

Построение элементного профиля коров герефордской породы импортной селекции 1 и 2 поколений относительно импортированных животных выявило значительные изменения в концентрациях элементов в шерсти с холки (рис. 1, 2). Так, в шерсти животных 1 поколения отмечалось повышение концентрации: калия – на 49,0 % ($P \leq 0,01$), магния – 25,8 % ($P \leq 0,01$), хрома – на 92,8 % ($P \leq 0,001$), кобальта – на 75,1 % ($P \leq 0,01$), марганца – на 59,4 %, ($P \leq 0,05$), ванадия – на 58,7 % ($P \leq 0,01$), бора – на 58,7 % ($P \leq 0,01$), никеля – 57,0 % ($P \leq 0,01$), мышьяка – на 46,0 % ($P \leq 0,05$), свинца – на 60,8 % ($P \leq 0,01$), при снижении концентрации селена – на 26,0 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с импортированными особями.

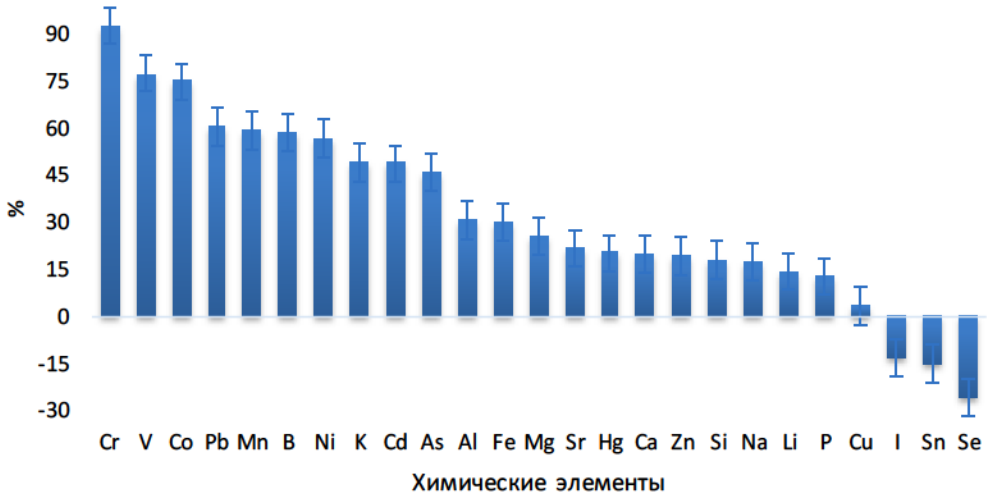


Рис. 1 – Элементный профиль коров герефордской породы 1 поколения относительно импортированных из Канады, %

Сравнительный анализ элементного статуса коров 2 поколения относительно импортированных показал повышение концентрации железа на 249,2 % (P≤0,001), ванадия – на 210,0 % (P≤0,001), кобальта – на 199,5 (P≤0,001), никеля – на 141,8 % (P≤0,001), хрома – на 136,9 % (P≤0,001), алюминия – на 136,6 % (P≤0,001), марганца – на 116,2 % (P≤0,001), мышьяка – на 67,0 % (P≤0,01), свинца – на (P≤0,01), кадмия – 49,7 % (P≤0,05), фосфора – 29,3 % (P≤0,01), магния – 24,0 % (P≤0,05), меди – на 12,8 % (P≤0,05), понижение натрия – на 58,0 % (P≤0,001), йода – на 39,5 % (P≤0,01), цинка – на 20,9 % (P≤0,001).

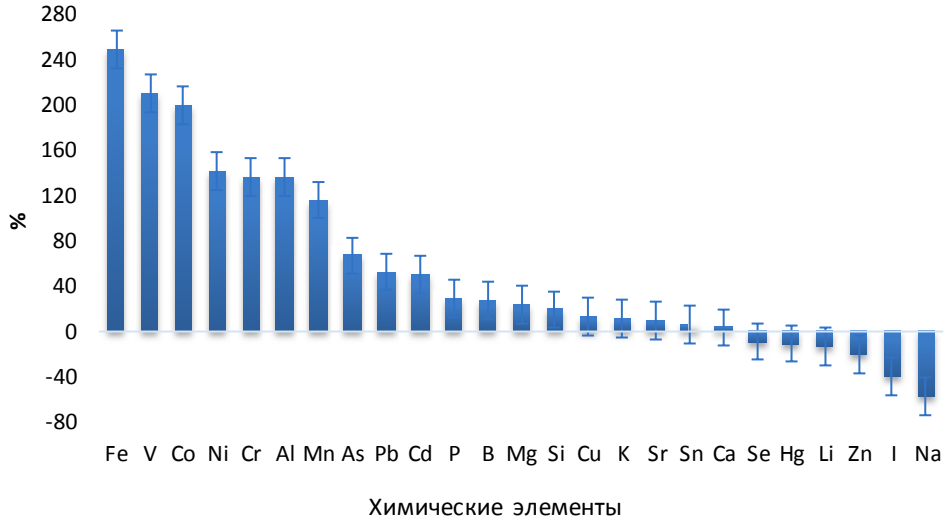


Рис. 2 – Элементный профиль коров герефордской породы 2 поколения относительно импортированных из Канады, %

Изучение воспроизводительных качеств коров герефордской породы импортной селекции разных поколений показало существенные различия между исследуемыми группами (табл. 1).

Таблица 1. **Воспроизводительные качества коров разных поколений**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Количество коров, гол.	20	20	20
Пришло в охоту: гол.	20	20	19
%	100	100	95
Не пришло	0	0	1
Осеменено	20	18	17
в т. ч. от первой случки	15	14	12
второй	4	2	2
третьей	1	2	3
Не осеменено, гол.	0	2	2
Затрачено доз семени	52	60	62
Абортировало, гол.	1	0	1
Получено телят, гол.	19	18	16
Выход телят, %	95	90	80

За 2,5 месяца выявления животных в охоте с последующим осеменением 100,0 % коров I группы были плодотворно осеменены, тогда как у II и III групп этот процент составлял 90,0 и 89,5 %. Процент коров, осеменённых от первой случки, в I группе составлял 75,0 %, что выше чем у II и III групп на 5,0 и 12,0 % соответственно. Благодаря этому на животных I группы удалось сэкономить и количество использованных доз спермы для плодотворного осеменения на 8 и 10 единиц. Лучшая осеменяемость позволила повысить выход телят по сравнению с II и III группами на 5,0 и 10,0 % соответственно.

Обсуждение полученных результатов.

Исследования элементного состава волос (шерсти) находят всё большее применение в медицине [12] и в животноводстве [10, 13, 14].

Практическая значимость новых технологий подтверждается числом обращений в медицинские центры, использующие новые подходы к диагностике и коррекции элементозов [15].

Мы в своих исследованиях установили факт существенных различий по элементному составу шерсти с холки в зависимости от поколения. Так, у 1 поколения коров, полученных от импортированных животных, из 25 изучаемых элементов отмечалось повышение по 10 (K, Mg, Cr, Co, Mn, V, B, Ni, As, Pb), когда у 2 поколения – уже по 13 (Fe, V, Co, Ni, Cr, Al, Mn, As, Pb, Cd, P, Mg, Cu), повышение концентрации которых возможно связано с возрастным аспектом. Доказано, что интенсивность обменных процессов у молодых животных значительно выше, чем у взрослых [16,17], что в нашем случае напрямую отразилось на минерализации шерсти.

Минеральные вещества оказывают большое влияние на репродуктивную функцию жвачных животных, среди которых особую роль играют селен и йод [18].

Недостаток йода обычно сообщается с дефицитом селена [19]. Исследованиями Т.И. Бурцевой установлено, что 70 % территории Оренбургской области является селендефицитной и 100 % – йоддефицитной [20].

Полученное в нашем исследовании понижение у животных 1 и 2 поколений концентрации селена на 8,9-26,0 %, йода – на 13,2-39,5 % по отношению к импортированным животным, возможно, повлияло и на снижение у них репродуктивных качеств: количество плодотворно осеменённых животных, в т. ч. от первой случки, повышенный расход доз семени на осеменение, выход телят, что согласуется с ранее проведёнными исследованиями [21, 22].

Снижение концентрации селена в организме коров способствовало росту обменного пула токсичных элементов: свинца – на 52,5-60,8 %, кадмия – 49,0-49,7 %, алюминия – 30,8-136,6 %, стронция – 9,6-21,6%, что согласуется с исследованиями Xu T. Kotyzova D. и других [23, 24]. Между накоплением токсичных элементов и концентрацией селена отмечена статистически значимая отрицательная корреляция (r_s =-0,37-0,56).

Проведённое исследование указывает на необходимость коррекции йода и селена у коров 1 и 2 поколений, полученных от импортированных животных, в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции.

Вывод.

Выявлены существенные различия в концентрации химических элементов с холки, отмечено повышение содержания: K, Mg, Cr, Co, Mn, V, B, Ni, As, Pb и снижение Se у коров 1 поколения; увеличение концентрации Fe, V, Co, Ni, Cr, Al, Mn, As, Pb, Cd, P, Mg, Cu при снижении Na, I, Zn – у коров 2 поколения относительно импортированных животных.

Снижение концентрации селена на 8,9-26,0 % и йода – на 13,2-39,5 % у коров 1 и 2 поколений по отношению к импортированным животным привело к ухудшению воспроизводительных качеств.

Исследования проводились при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-16-00060 П)

Литература

1. Гамарник Н.Г., Гугля В.Г., Солошенко В.А. Концепция развития специализированного мясного скотоводства и интенсификации производства говядины в зоне Сибири // Аграрная Россия. 1999. № 4. С. 31-34.

2. Амерханов Х.А., Левантин Д.Л., Дунин И.М. Племенная база мясных пород – основа мясного скотоводства // Зоотехния. 2000. № 11. С. 6-9.

3. Бугасов Б.Ж., Татаркина Н.И. Некоторые вопросы адаптации импортного мясного скота на севере Казахстана // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2016. № 3(34). С. 35-39.

4. Голиков А.Н. Физиологическая адаптация животных // Ветеринария. 1988. № 11. С. 55-58.

5. Fayez I., Marai M., Taha A.H. Productive and reproductive adaptations of Friesian cattle introduced to a suptropical environment // Beitr Trop Landwirtsch Veterinarmed. 1976. 14(3). P. 313-324.

6. Лумбунов С., Партилхаева Т. Австрийские симменталы в суровых условиях Бурятии // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 8. С. 22-23.

7. Молочная продуктивность и экстерьерно-конституциональные особенности первотелок симментальской породы австрийской селекции / Ч.М. Санданов, Е.Н. Митыпова, В.В. Анганов, В.А. Тайшин // Вестник сельскохозяйственной науки. 2012. № 1. С. 68-72.

8. Динамика накопления химических элементов в шерсти тёлок герефордской породы канадской селекции в зависимости от их продуктивности и возраста / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, А.Г. Зелепухин // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 71-76.

9. Адаптационные изменения элементного статуса герефордского скота канадской селекции к условиям Южно-Уральской биогеохимической провинции / О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 7-13.

10. Impact of breeding region and season on the content of some trace elements and heavy metals in the hair of cows / D. Cygan-Szczegielniak, M. Stanek, E. Giernatowska, B. Janicki // Folia Biol. 2014. 62(3). P. 163-169.

11. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S.A. Miroshnikov, A.V. Kharlamov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, O. Arapova, G. Duskaev // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Т. 14. № 9. P. 632-636.

12. Hair calcium concentration is associated with calcium intake and bone mineral density / S.J. Park, S.H. Lee, D.Y. Cho, K.M. Kim, D.J. Lee, B.T. Kim // International Journal For Vitamin And Nutrition Research. 2013. 83(3). P. 154-161. doi: 10.1024/0300-9831/a000160.

13. Selenium concentration in blood and hair of holstein dairy cows / G. Christodoulopoulos, N. Roubies, H. Karatzias, A. Papasteriadis // Biological Trace Element Research. 2003. Feb. 91(2). P. 145-150.

14. Oxidative stress and imbalance of mineral metabolism contribute to lameness in dairy cows / X.J. Zhao, X.Y. Wang, J.H. Wang, Z.Y. Wang, L. Wang, et al. // Biological Trace Element Research. 2015. 164(1). P. 43-49. doi: 10.1007/s12011-014-0207-1.

15. Количество обращений в центр биотической медицины. [Электронный ресурс] url: http://en.microelements.ru/ (дата обращения: 12.11.2018).

16. Возрастные изменения в биохимических процессах и обмене веществ и энергии у сельскохозяйственных животных. [Электронный ресурс] url: http://zoovet.info/vet-knigi/107-zyvotnovodstvo/razvedenie-zh-nykh/7406-vozrastnye-izmeneniya-v-biokhimicheskikh-protsessakh-i-obmene-veshchestv-i-energii-u-selskokhozyajstvennykh-zhivotnykh (дата обращения: 12.11.2018).

17. Адаптационные изменения элементного статуса герефордского скота канадской селекции к условиям южно-уральской биогеохимической провинции / О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 7-13.

18. Hidiroglou M. Trace element deficiencies and fertility in ruminants: a review // Journal of Dairy Science. 1979. Aug. 62(8). P. 1195-1206. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(79)83400-1.

19. Effect of a combined iodine and selenium supplementation on I and Se status of cows and their calves / H. Guyot, L.A. de Oliveira, E. Ramery, J.F. Beckers, F. Rollin // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2011. Apr. 25(2). P. 118-124. doi: 10.1016/j.jtemb.2011.02.003. Epub. 2011. Apr. 22.

20. Бурцева Т.И. Совершенствование системы экологического мониторинга селенового статуса населения (на примере Оренбургской области): дис. … д-ра биол. наук. М., 2016. 292 с.

21. Investigating association of three polymorphisms of coagulation factor XIII and recurrent pregnancy loss/ M. Jeddi-Tehrani, R. Torabi, A. Mohammadzadeh, S. Arefi, M. Keramatipour, H. Zeraati, A.H. Zarnani, M.M. Akhoondi, J. Mahmoudian, A.R. Mahmoudi, S Zarei // American Journal of Reproductive Immunology. 2010. Vol. 64. No. 3. P. 212-217.

22. Milanesi A., Brent G.A. Management of hypothyroidism in pregnancy // Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity. 2011. Oct. 18(5). P. 304-309. doi: 10.1097/MED.0b013e32834a91d1.

23. Xu T., Gao X., Liu G. The Antagonistic Effect of Selenium on Lead Toxicity Is Related to the Ion Profile in Chicken Liver // Biological trace element research. 2016. February. Vol. 169. Issue 2. P. 365-373. http://dx.doi.org/10.1007/s12011-015-0422-4.

24. Trace elements status in selenium-deficient rats – interaction with cadmium / D. Kotyzova, P. Cerna, L. Leseticky, V. Eybl // Biological trace element research. 2010. September. Vol. 136. Issue 3. P. 287-293. doi: https://doi.org/10.1007/s12011-009-8541-4.

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

Morgan Gary A., доктор ветеринарной медицины, научный консультант Veterinary Management Services Ltd, Prince Edward Island, Canada COB 1VO, тел.: +1(902)859184

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

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

Атландерова Ксения Николаевна, аспирант, специалист-техник Испытательного центра ЦКП 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: atlanderkn@mail.ru

Поступила в редакцию 28 ноября 2018 года

UDC 636.082:636.22/28.82.13(470.5)

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich[1], Morgan Gary A.[2], Kharlamov Anatoly Vasilyevich[1], Frolov Alexey Nikolaevich[1], Zavyalov Oleg Aleksandrovich[1], Atlanderova Kseniya Nikolayevna[1]

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

Reproductive qualities of Hereford cows of Canadian breeding under conditions of South Ural biogeochemical province

Summary. The article presents a comparative analysis of the elemental status and reproductive qualities of Hereford cattle of Canadian breeding and their progeny of two generations in the conditions of South Ural Biogeochemical Province.

The groups were formed from the number of clinically healthy Hereford cows after calving in January: group I – imported cows, group II – 1st generation cows, group III – 2 generation cows.

The elemental composition of hair was studied according to 25 indicators (Al, As, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, I, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Hg, Sr, V, Zn).

The reproductive qualities of cows were assessed by the number of: cows came into the hunt, inseminated, spent doses for insemination, abortions, obtained calves, calving yield.

Hereford cows of imported breeding of the 1st generation had an increased concentration in hair of potassium, magnesium, chromium, cobalt, manganese, vanadium, boron, nickel, arsenic, lead, while selenium concentration decreases; 2 generations showed an increase in the concentration of iron, vanadium, cobalt, nickel, chromium, aluminum, manganese, arsenic, lead, cadmium, phosphorus, magnesium, copper, while reducing sodium, iodine, and zinc relative to imported animals.

Evaluation of reproductive qualities revealed better insemination and greater calving yield from imported cows compared to animals of groups II and III.

Key words: cows, imported cattle, Hereford breed, adaptation, reproduction, wool, chemical elements, elemental status.

УДК 636.088.31

Особенности морфологического состава туш и анатомических частей симментальских бычков различной генетической принадлежности

С.Д. Тюлебаев[1], С.С. Польских[1], М.Д. Кадышева[1], Ф.С. Амиршоев[2], С.Л. Соколай[1]

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

[2] Институт животноводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук

Аннотация. В статье представлен материал, характеризующий морфологический состав полутуш и сортовой состав мякоти по колбасной классификации, полученный в результате убоя симментальских бычков различного генетического происхождения в возрасте 18 месяцев, что в полной мере позволяет рассмотреть мясную продуктивность опытных животных. Так, масса полутуши в указанном возрасте наивысшей была у V группы, представленной бычками, полученными от использования семени канадских мясных симменталов на матках брединского мясного типа линии Фараона – 151,3 кг, это обуславливало их преимущество над сверстниками по массе мякоти на 2,4-12,9 %.

В свою очередь выход мякоти на 1 кг костей у опытного поголовья удовлетворял требованиям по данному показателю, предъявляемым к мясным животным, и при проведении убоя в 18 месяцев находился в пределах 4,60-4,90 кг, что обеспечивает принадлежность бычков, задействованных в опыте, к мясному скоту.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что наиболее тяжёлыми по содержанию в полутуше мяса высшего сорта были бычки V группы, которые достоверно превосходили аналогов других групп, за исключением бычков, полученных от канадских быков и коров местной селекции (II группа), на 0,8-5,8 кг, а по выходу – на 0,3-3,2 %. Аналогично и с первым сортом мяса. Все кроссы показали преимущество по сравнению с I группой, представленной бычками симментальской породы комбинированного направления продуктивности местной селекции. Наглядным примером превосходства всех мясных кроссов над животными комбинированного направления продуктивности является такой показатель, как выход мяса высшего и первого сорта на 1 кг костей. Именно этот показатель чаще всего используется как один из критериев при отнесении животных к тому или иному направлению продуктивности. Так, сравнение этого показателя в опытных группах выявило явное преимущество кроссов над I группой животных. По этому показателю превосходство кроссов составляло от 8,4 % (у кросса от канадских производителей и коров линии Кип-ит-Клейна) до 34,3 % у кросса, полученного от канадских быков-производителей и коров линии Фараона типа брединский мясной.

Ключевые слова: бычки, симментальская порода, генетическая принадлежность, морфологический состав туш, анатомическая часть, четвертина, полутуша, мякоть, кости, удельный вес.

Введение.

Ускоренное развитие животноводства признано одним из важнейших направлений агропромышленного комплекса страны, при этом одной из главных задач является увеличение производства говядины. В этом существенную роль играет специализированное мясное скотоводство, которое является наименее затратным и ресурсосберегающим производством. Основу развития мясного скотоводства и повышения его рентабельности составляет правильный и научно-обоснованный выбор генотипа и породы животных, которая постоянно нуждается в совершенствовании, особенно в части её мясной продуктивности [1, 2]. Стоит задача увеличения производства высококачественной говядины, её решение поможет удовлетворить растущую потребность населения в белке животного происхождения. Основным объектом, от которого получают мясо при убое животного, является туша, составляющая примерно половину его массы. Исследование морфологического состава туш и сортового состава по колбасной классификации позволяет определять ценность животного в отношении мясной продуктивности. В виду этого проведён опыт, результаты которого дают представление о продуктивности бычков различных кроссов мясных симменталов [3-6].

Цель исследования.

Подробный анализ морфологического состава туши бычков разных кроссов в возрасте 18 мес. и сортового его состава по принятой в мясной промышленности колбасной классификации.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Симментальские бычки мясного направления продуктивности, различного генетического происхождения.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No, 755 on 12.08.1997 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. Научный эксперимент выполнен на базе хозяйства ООО «Боровое» Челябинской области. Для проведения опыта из новорождённых телят методом групп-аналогов были сформированы 5 групп бычков по 15 голов в каждой: I группа – бычки симментальской породы, полученные от коров местной селекции; II группа – бычки, полученные от канадских быков и коров местной селекции; III группа – бычки, полученные от канадских быков-производителей и коров линии Кип-ит-Клейна; IV группа – бычки, полученные от канадских быков-производителей и коров линии Адольфа, V группа – бычки, полученные от канадских быков-производителей и коров линии Фараона типа брединский мясной. Животные содержались по технологии, принятой в специализированном мясном скотоводстве.

До момента отъёма (8 мес.) телята находились на подсосе под матерями в специально оборудованных помещениях лёгкого типа с доступом на выгульно-кормовые дворы. В зимнее время их содержали на глубокой несменяемой подстилке, с наступлением летнего периода скот выпасался на естественных пастбищах без дополнительной подкормки.

После отъёма молодняк нагуливался на пастбище с организацией для него в конце лета подкормки, в осенний период животных ставили на интенсивное выращивание с откормом. В течение всего периода выращивания бычки опытных групп находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Контрольный убой бычков по 3 головы из каждой группы был проведён в возрасте 18 месяцев. С целью изучения морфологического состава туш проводилось их расчленение и обвалка левых полутуш, охлаждённых в течение 24 часов при температуре от -2 до +4 °С, по следующим естественно-анатомическим частям: шейная, плече-лопаточная, спинно-рёберная, поясничная, тазобедренная.

Оборудование и технические средства. Взвешивание животных осуществлялось на имеющихся в хозяйстве платформенных весах ВПС (Россия), соответствующих ГОСТу OML R76-1-2011, предназначенных для взвешивания крупного рогатого скота. Контрольный убой проводился согласно «Методических рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса» [7]. Для измерения промеров туши использовалась палка Лидтина, толщину шкур определяли линейным кутиметром.

Статистическая обработка. Материал, полученный в ходе исследования, обрабатывали методом вариационной статистики [8] с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследования.

Масса полутуши наибольшей была у кросса животных V группы – 151,3 кг, самый низкий показатель отмечен у бычков отечественной селекции, отставание их от кроссов II, III и IV групп составило 12 кг (8,09 %), 7 кг (4,88 %) и 7,7 кг (5,35 %) соответственно (табл. 1).

Таблица 1. **Морфологический состав полутуш бычков разных генотипов в возрасте 18 мес., (X±Sx)**

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Масса полутуши, кг	136,3±2,90	148,3±4,33	143,3±3,92	144,0±4,04	151,3±3,25*
Мякоть, кг	109,0±3,16	120,2±3,96*	115,1±3,81	116,2±3,75	123,1±2,92*
%	79,97	81,05	80,32	80,69	81,36
Кости, кг	24,6±0,47	25,3±0,58	25,5±0,11	25,0±0,45	25,1±0,31
%	18,05	17,06	17,79	17,36	16,59
Хрящи и сухожилия, кг	2,70±0,03	2,80±0,08	2,70±0,08	2,80±0,11	3,10±0,04
%	1,98	1,89	1,89	1,95	2,05
Выход мякоти на 1 кг костей, кг	4,60±0,00	4,80±0,03**	4,70±0,03*	4,80±0,05*	4,90±0,05*

Примечание: * – P<0,95; ** – P<0,99; *** – P<0,999 здесь и далее

Наиболее ценной частью туши является мякоть, учитывая это, ведение селекционно-племенной работы в мясном скотоводстве предусматривает увеличение её количества в туше и повышение качества. В этой связи была проведена обвалка левых полутуш опытных кроссов бычков, при этом обвалке подверглись отдельные естественно-анатомические части передней и задней четверти с разделением их на мякоть, кости, хрящи и сухожилия. У кросса животных II группы масса мякоти в полутуше была меньше в сравнении с аналогами V группы на 2,9 кг (2,4 %), при этом превосходство их над кроссами других групп составило 4,0-11,2 кг (3,4-10,3 %).

Ещё одним, не менее важным показателем, является индекс мясности (или выход мякоти на 1 кг костей), чем он выше, тем большую ценность представляют животные в отношении мясной продуктивности. При проведённом убое выход мякоти на 1 кг костей у опытных кроссов животных находился на уровне 4,6-4,9 кг.

С целью более полного представления о мясной продуктивности опытного поголовья представлен состав мякоти по сортам колбасной классификации, принятой в мясной промышленности, у бычков в возрасте 18 мес. (табл. 2).

Таблица 2. **Состав мякоти по сортам колбасной классификации у бычков в возрасте 18 мес., (X±Sx)**

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Масса полутуши, кг	136,3±2,89	148,3±4,27	143,3±3,88	144,0±4,03	151,3±3,30*
Мякоть, кг	109,0±3,21	120,2±3,95*	115,1±3,79	116, ±3,82	123,1±2,87*
В мякотной части полутуши содержится, кг:					
мяса высшего сорта	14,5±0,69	19,5±0,68**	16,2±0,74	16,2±0,62	20,3±0,61**
мяса первого сорта	56,0±2,39	70,0±2,01**	62,9±2,19	62,4±1,89	76,2±3,03**
мяса второго сорта	38,5±1,04	30,7±2,31	36,0±0,89	37,6±1,39	26,5±3,18
Выход мяса, %:					
высшего сорта	13,3±0,29	16,2±0,19**	14,1±0,28	14,0±0,15	16,5±0,09***
первого сорта	51,3±0,88	58,3±0,32***	54,7±0,26*	53,7±0,34	56,4±0,09***
второго сорта	35,4±1,19	25,5±0,28	31,2±0,31	32,3±0,39	27,1±0,17
Выход мяса высшего и I сорта на 1 кг костей	2,86	3,54	3,10	3,14	3,84

Анализ таблицы показывает, что по количеству мяса высшего сорта не было равных полутушам бычков V группы, они превосходили сверстников I и II групп соответственно на 5,8 кг (P>0,99) и на 0,8 кг (P<0,95), а аналогов III и IV групп – на 4,1 кг (P>0,99). Такая же закономерность выявлена по содержанию мяса I сорта: от 6,2 кг преимущества над полутушами животных II группы до 20,2 кг – над полутушами сверстников I группы.

По другому видится такой показатель, как выход мяса по сортам, хотя и здесь выявлено преимущество животных V группы, так, по этому показателю по мясу высшего сорта они превосходили сверстников других групп на 0,3-3,2 %. Разница в доле мяса I сорта между этими группами была ещё большей, чем в случае с высшим сортом. Однако следует отметить, что в целом удельный вес мяса первого сорта наибольшим был у животных II группы.

Обсуждение полученных результатов.

Сведения о морфологическом составе полутуш и сортовом составе мяса по принятой в мясной промышленности страны колбасной классификации, полученные от кроссированных бычков опытных групп в 18 месяцев, дают представление о степени развития их мясных качеств [9, 10]. Так, исходя из полученных данных, видно, что кросс животных V группы в указанный возрастной период отличался наиболее высокими показателями массы полутуши – 151,3 кг, массы мякоти – 123,1 кг, выхода мякоти на 1 кг костей – 4,90 кг, в то время как наименьшие значения отмечены у сверстников отечественной селекции. Пищевая и биологическая ценность мяса во многом детерминирована его сортностью, возможностью использования в приготовлении широкого разнообразия блюд, их биологической и кулинарной ценностью. Именно по соотношению сортов судят о качестве мясных полуфабрикатов, от этого зависит и цена на продукцию [11-13]. Поэтому данные, полученные в нашем опыте, где показатели выхода мяса первого и высшего сорта, его количества наибольшими были у животных V группы, а аналогичные показатели бычков II-IV групп превосходят данные I группы, демонстрируют преимущества кроссов и необходимость их использования для повышения мясной продуктивности и получения дополнительной продукции.

Выводы.

Таким образом, в результате проведения опыта установлено, что в мясном скотоводстве на симменталах мясного типа брединский мясной с использованием канадских симменталов возможно кроссирование с получением положительного результата. В нашем опыте от всех кроссов при убое в 18-месячном возрасте получены полутуши с массой большей, чем аналоги из группы бычков местной селекции, кроссы имели больше мякоти и костей, при общем выходе мякоти на 1 кг костей большей, чем в I группе. Также установлено, что в полутушах опытных групп сосредоточена основная масса мяса высших сортов по колбасной классификации. В то же время исследования свидетельствуют, что наибольшим количеством продукции в абсолютном выражении, лучшим морфологическим и сортовым составом туш в сравнении с аналогами других групп обладают животные кросса канадских производителей и коров линии Фараона типа брединский мясной.

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

Литература

1. Отечественная мясная порода интенсивного типа − новое направление в мясном скотоводстве России / С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, С.А. Мирошников, А.С. Ушаков // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 3. С. 20-26.

2. Убойные показатели и качество туш симментальских бычков брединского мясного типа / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, И.Б. Нурписов, С.Ш. Туржанов, С.Г. Генов // Зоотехния. 2014. № 7. С. 27-29.

3. Гармаев Д. Ц., Тогтохоев Ж. Ж. Эффективность выращивания бычков казахской белоголовой породы разных генотипов // Зоотехния. 2008. № 3. С. 20-22.

4. Эффективность кроссов мясных симменталов / С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, М.Д. Канатпаев, В.Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 76-81.

5. Рост и развитие симментальских тёлок разных генотипов и их герефордских сверстников / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, А.Б. Карсакбаев, В.Г. Литовченко // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 6(38) С. 110-113.

6. Польских С.С. Некоторые показатели продуктивности симменталов мясного типа // Вестник мясного скотоводства. 2005. Вып. 58. Т. II. С. 214-215.

7. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ. М., 1990. 86 с.

8. Меркурьева Е.К. Биометрия в животноводстве. М.: Колос, 1964. 311 с.

9. Мясная продуктивность симментальских бычков разных генотипов / М.Д. Кадышева, С.М. Канатпаев, И.Б. Нурписов, С.Д. Тюлебаев // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(2). С. 50-55.

10. Макаев Ш.А., Польских С.С. Создание новых заводских линий высокорослых животных казахской белоголовой породы // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 11-20.

11. Тюлебаев С.Д. Мясные качества бычков разных генотипов в условиях Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 2. № 30(1). С. 106-108.

12. Польских С.С., Тюлебаев С.Д. Убойные качества 15-месячных симментальских бычков мясного типа // Проблемы устойчивости биоресурсов: теория и практика: материалы 2-й Рос. науч.-практ. конф. Оренбург, 2005. С. 226-229.

13. Косилов В. И., Мироненко С. И. Особенности формирования мясных качеств бычков симментальской породы и её двух-трёхпородных помесей // Вестник мясного скотоводства. 2008. Вып. 61. Т. I. С. 215-218.

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

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

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

Амиршоев Файзулло Сафарович, доктор биологических наук, профессор, директор Института животноводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук, 734067, г. Душанбе, ул. Гипрозем, 17, тел.: 810992372310607

Соколай Светлана Леонидовна, специалист-техник Испытательного центра ЦКП 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.or@mail.ru

Поступила в редакцию 2 ноября 2018 года

UDC 636.088.31

Tyulebaev Sayasat Zhaksylykovich[1], Polskikh Sergey Sergeevich[1], Kadysheva Marwat Dusangalievna[1], Amirshoev Faizullo Safarovich[2], Sokolay Svetlana Leonidovna[1]

[1] FSBSI «Federal Research Centre of Biological Systems and Agro-tehnologies of the Russian Academy of Scienses» e-mail: vniims.or@mail.ru

[2] Institute of Livestock Breeding Institute of the Tajik Academy of Agricultural Sciences

Features of carcasses morphological composition and anatomical parts of the Simmental bulls of various genotypes

Summary. The article presents the material characterizing morphological composition of the half carcasses and variety assortment using sausage classification of flesh got from the slaughter of Simmental bulls of various genetic origin at the age of 18 months, which allows us to fully consider beef productivity of experimental animals. Thus, the half carcass weight at that age was the highest in the Group V represented by bulls obtained from the use of Canadian beef Simmentals' semen in the Bredinsky dams of the Pharaoh's line – 151.3 kg, which caused their excess over their herdmates in flesh weight by 2.4-12.9 %.

In turn, the yield of flesh per 1 kg of bones in the studied livestock met the requirements for this indicator applied for beef animals, and upon slaughter at 18 months age it was within the limits of 4.60-4.90 kg, which ensures that bulls used in the experiment belong to beef cattle.

The analysis of obtained data indicates that the bulls of the Group V had the highest portion of the highest-grade meat in the half-carcass, which reliably exceeded the analogs of other groups, except for the bulls obtained from Canadian bulls and local bred cows (Group II), by 0.8-5.8 kg, and by yield – by 0.3-3.2 %. Similarly for the first-grade meat. All crosses revealed an excess in comparison with the Group I represented by dual-purpose Simmental bulls of local breeding. The example of the superiority of all beef crosses over dual-purpose animals is the meat yield of the highest and first grade per 1 kg of bones. This indicator is most often used as one of the criteria when classifying animals to one or another production purpose. Thus, a comparison of this indicator in the context of experimental groups revealed a clear excess of crosses over Group I animals. According to this indicator, the superiority of the crosses ranged from 8.4 % (for the cross from Canadian sires and the Kip-it-Klein line cows) to 34.3 % for the cross obtained from Canadian sire bulls and Pharaoh type cows of the Bredinsky breed.

Key words: bulls, Simmental, genotype, carcass morphological composition, anatomical parts, quarter, half carcass, flesh, bones, specific weight.

УДК 636.2:636.033:636.083:636.084

Мясная продуктивность бычков-кастратов казахской белоголовой породы и эффективность производства говядины при различных системах нагула и откорма

Г.И. Бельков

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по разработке технологии выращивания и откорма молодняка казахской белоголовой породы в зонах, располагающих большими площадями пастбищных угодий и традиционно занимающихся разведением мясного скота. Подопытные животные содержались по традиционной технологии, принятой в мясном скотоводстве: летом – на пастбищах, зимой – в помещениях облегчённого типа. В зимний период бычки-кастраты всех групп находились на доращивании на ферме в одинаковых условиях и получали традиционные для зоны рационы, состоящие в основном из сена и обеспечивающие среднесуточные приросты на уровне 600-650 г. В пастбищный период изучались различные варианты нагула и откорма подопытных животных. Установлено, что нагул кастратов без подкормки другими кормами позволяет получать в сутки 700-760 г прироста живой массы и достигать живой массы 400-420 кг. Заключительный откорм в течение двух месяцев увеличил указанные показатели соответственно до 960-1041 г и 447-479 кг.

Повышенный уровень кормления животных опытных групп обеспечил повышение их мясной продуктивности на 8,4-15,7 %, однако при экономических расчётах рентабельность оказалась выше в контрольных группах, животные которых выращены на нагуле. Следовательно, при выборе технологии выращивания и откорма молодняка необходимо сопоставлять производственные затраты не только с выходом мясной продукции, но и с предполагаемой экономической целесообразностью.

Ключевые слова: бычки-кастраты, казахская белоголовая порода, кормопроизводство, естественные пастбища, живая масса, прирост, экономическая эффективность, масса туши, убойный выход.

Введение.

За последние годы ускоренное развитие птицеводства и свиноводства позволило обеспечить потребности страны в мясе птицы и свинине. Производство же говядины растёт медленными темпами и в ближайшей перспективе значительных темпов роста этого самого ценного продукта питания не просматривается.

Между тем научные исследования свидетельствуют об огромных неиспользованных резервах в некогда ведущей подотрасли животноводства – мясном скотоводстве. Традиционно мясной скот разводят в степной зоне, где имеются большие площади естественных кормовых угодий, квалифицированные потомственные кадры скотоводов.

Резко континентальный климат с часто повторяющимися засухами, недостаток запасов влаги в почве и атмосферных осадков, скудный травяной покров естественных кормовых угодий не позволяют заниматься интенсивными подотраслями животноводства [1, 2]. Несовершенство технологий приводит к низкой рентабельности производства говядины, делает подотрасль мясного скотоводства неконкурентоспособной в условиях рыночной экономики [3-6]. Многообразие природно-экономических условий требует максимального использования пастбищных угодий, разработки дифференцированных технологий выращивания и откорма скота [7].

Цель исследования.

Комплексное изучение мясной продуктивности бычков-кастратов казахской белоголовой породы и разработка методов повышения экономической эффективности производства говядины.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы и телята казахской белоголовой породы до достижения молодняком 20-месячного возраста.

Схема эксперимента. Исследования проведены в хозяйстве «Улентинский», расположенном в южной части Западно-Казахстанской области, по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. **Схема эксперимента**

Группа	Возрастной и календарный период, мес.			
	0-8, апрель-октябрь	**8-13, ноябрь-март**	**13-18, апрель-август**	**18-20, сентябрь-октябрь**
Контрольная	выращивание телят на подсосе под коровами на естественных пастбищах	доращивание на ферме	нагул на естественных пастбищах	нагул на естественных пастбищах
I опытная	то же	то же	то же	нагул на естественных пастбищах с подкормкой концентратами
II опытная	выращивание телят под коровами с использованием сеяных пастбищ	то же	нагул на сеяных пастбищах	нагул на естественных пастбищах с подкормкой силосом и концентратами

Место проведения опыта является типичным для зон сухой степи и полупустыни. Рационы составляли по детализированным нормам кормления согласно «Нормам кормления сельскохозяйственных животных» [8]. Учёт поедаемости кормов проводили в течение двух смежных суток по разнице массы заданных кормов и несъеденных остатков. Молочный период выращивания телят пришёлся на апрель-октябрь. Животные контрольной и I опытной групп находились на естественных пастбищах, а III группы – частично выпасались на сеяных пастбищах. В осенне-зимний период, с ноября по март, все подопытные бычки-кастраты после отъёма от коров доращивались на ферме в идентичных условиях. С наступлением пастбищного сезона (апрель-август) осуществлялся нагул контрольной и I опытной групп на естественных, а II опытной – на сеяных пастбищах. Продолжительность пастьбы составляла 10-12 часов, с предоставлением водопоя 3-4 раза в сутки. В заключительный период они ежедневно получали дроблёный ячмень из расчёта 4 кг на голову.

Контроль за ростом подопытных животных осуществлялся путём их взвешивания (по 15 голов из каждой группы). В 20-месячном возрасте по результатам контрольного убоя на мясокомбинате трёх бычков из каждой группы учитывались: предубойная живая масса, масса и выход парной туши, масса и выход внутреннего жира-сырца, рассчитывались убойная масса и убойный выход.

Оборудование и технические средства. Весовой учёт выполняли на электронных весах ВСПЧ-1000 ЖСО и на механических весах ВТ-8908-1000-СХЖ (Россия). С целью определения показателей питательности корма, химического состава и др. проводился зоотехнический анализ кормов в соответствии с общепринятыми методиками в комплексно-аналитической лаборатории Оренбургского НИИСХ.

Статистическая обработка. В статистической обработке опытных данных (Н.А. Плохинский, 1970) использовали биометрические методы, с целью оценки статистической значимости разницы среди групп применили параметрический критерий Стьюдента с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) и обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Неодинаковая технология содержания и кормления подопытных животных предопределила различия в потреблении кормов.

Бычки-кастраты II опытной группы в сравнении со сверстниками контрольной и I опытной групп потребили больше питательных веществ соответственно на 32,5-22,0 %, переваримого протеина – на 38,1-21,9, обменной энергии – на 34,4-22,4 %. В структуре рациона на долю пастбищной травы в контрольной группе приходится 42,3 %, в I опытной – 42,6 и II опытной – 42,4 %. За весь период выращивания в среднем на 1 голову в опытных группах затрачено по 240 кг концентрированных кормов.

Живая масса новорождённых бычков была характерной для казахской белоголовой породы, заметной разницы между группами не наблюдалось (табл. 2).

Таблица 2. **Живая масса подопытных бычков, кг ($X \pm S_x$)**

Возраст, мес.	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Новорождённые	24,6±0,34	23,8±0,41	24,3±0,38
8	196,4±3,46	193,7±4,28	206,7±4,63
13	287,4±4,82	285,5±5,36	302,7±5,82
18	393,4±5,44	389,6±6,02	416,7±6,18
20	429,4±6,34	447,2±6,48	479,2±6,78

К 8-месячному возрасту животные II опытной группы, выращиваемые с использованием сеяных пастбищ, превосходили сверстников контрольной и I опытной групп на 10,3-13,0 кг или 5,2-6,7 %. Разница в показателях живой массы между группами была статистически недостоверной. К 13-месячному возрасту различия по живой массе остались практически такими же, как в молочный период (5,3-6,0 %). За период нагула на пастбищах в летний период живая масса бычков-кастратов контрольной группы возросла на 36,9 %, I опытной – на 36,4, II опытной – на 54,2 %. В заключительный период опыта преимущество животных опытных групп по интенсивности роста было очевидным (табл. 3).

Таблица 3. **Среднесуточный прирост живой массы по периодам выращивания, г ($X \pm S_x$)**

Возрастной период, мес.	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
0-8	716±26,4	708±22,2	760±27,8
8-13	606±28,1	612±26,7	640±27,2
13-18	700±34,7	694±32,2	760±38,7
18-20	600±54,1	960±58,6	1041±61,8
0-20	674±16,4	705±17,6	758±18,4

Подкормка бычков-кастратов I опытной группы обеспечила повышение среднесуточных приростов в сравнении с предыдущим периодом на 38,3 %. Во II опытной группе это повышение составило 36,9 %. Как видим, наиболее существенное влияние на продуктивность подопытных животных в этот период оказала подкормка их концентрированными кормами. В 20-месячном возрасте бычки-кастраты опытных групп превосходили сверстников контрольной группы по живой массе на 4,2-11,6 % ($P>0,99$). Введение в рационы силоса несколько снизило поедаемость пастбищной травы, но на характере роста не отразилось. К тому же он неохотно поедался животными. Все подопытные бычки-кастраты достигли высшей упитанности, отличались явно выраженными мясными формами телосложения. При комиссионной оценке при убое их туши были отнесены к первой категории. Условия кормления и содержания подопытных животных оказали существенное влияние на основные показатели, характеризующие мясную продуктивность.

Предусмотренная методикой технология нагула и откорма бычков-кастратов обусловила высокий выход продуктов убоя. Масса туши в 20-месячном возрасте у контрольной группы составила 220,2-254,9 кг, убойный выход – 59,0-61,5 %. В опытных группах эти показатели были выше

соответственно на 8,4-15,7 % и 0,6-1,7 %. Отмечены различия между группами бычков-кастратов также по отложению внутреннего жира-сырца. Во внутренней полости кастратов II опытной группы содержалось его на 27,5-15,9 % (P>0,99) больше по сравнению со сверстниками контрольной и I опытной групп. Выход жира-сырца у животных II опытной группы был выше, чем у контрольной на 0,8 % и у I опытной – на 0,5 %.

Бычки-кастраты опытных групп превосходили контрольных по убойной массе соответственно на 41,1-24,0 кг, по убойному выходу – на 2,5-1,1 %.

Основным критерием экономической оценки технологии является выход продукции в сопоставлении с совокупными производственными затратами. Цифры показывают, что в расчёте на 1 голову в опытных группах затрачено средств больше, чем в контроле на 720-1358 руб.

Это связано со стоимостью дополнительно израсходованных кормов, затратами на измельчение и транспортировку зерна и силоса, а также с опосредованными затратами на создание сеяных пастбищ. Наибольшая выручка получена от реализации бычков-кастратов опытных групп, отличавшихся, как было сказано выше, большей живой массой. Эта разница – соответственно 1257 и 725 руб.

Обсуждение полученных результатов.

Применяемая технология выращивания и откорма бычков-кастратов оказалась экономически эффективной. Рентабельность производства говядины составила 30,9-37,9 % и была выше в контрольной группе за счёт меньших производственных затрат. Это согласуется с выводами многих исследователей, рекомендующих снижать производственные затраты на содержание основного стада, так как они ложатся непосредственно на себестоимость прироста [9-12].

Изучение различных вариантов кормления и содержания мясного скота, в частности, в молочный период по системе «корова-телёнок», с последующим нагулом скота с различными вариантами заключительного откорма позволило рекомендовать хозяйствам рациональную технологию производства дешёвой высококачественной говядины. При этом наибольшая экономическая эффективность получена в вариантах с максимальным использованием естественных пастбищных угодий.

Известно, что более полная реализация высокого генетического потенциала, присущего специализированным мясным породам крупного рогатого скота, возможна только при полноценном кормлении и оптимальных условиях содержания. Чем выше интенсивность роста животных, тем лучше они оплачивают корма продукцией [13-15]. В нашем исследовании эта закономерность подтвердилась. Введение в рационы бычков-кастратов, находящихся на нагуле и заключительном откорме, концентрированных и сочных кормов обусловило повышение их продуктивности. Однако эти затраты кормов не окупились стоимостью дополнительно полученного прироста живой массы. Себестоимость прироста оказалась ниже в контрольной группе, животные которой не получали подкормку, а уровень рентабельности, наоборот, выше. В контрольной группе она составила 37,9 %, а в опытных – 30,9-32,3 %. Это позволяет хозяйствам проводить расширенное воспроизводство стада, получать конкурентоспособную мясную продукцию.

В соответствии с гипотезой, использование при нагуле скота сеяных пастбищ должно повысить его продуктивность и экономическую эффективность. Фактически это повышение составило всего 4,7 % и привело к росту затрат кормов на единицу прироста на 13,6 % и общепроизводственных затрат в расчёте на одну голову – на 638 руб. В новых экономических условиях перевод мясного скота на корма, получаемые с пахотных земель, не целесообразен, так как они имеют более высокую себестоимость.

Молодняк специализированных мясных пород отличается повышенной продуктивностью и в благоприятных условиях при полноценном кормлении обеспечивает получение 1100-1200 г прироста массы тела в сутки. В зоне сухой степи, где в большинстве своём сосредоточено мясное скотоводство, достижение таких показателей, как показывает многолетний опыт, невозможно, а в ряде случаев нецелесообразно. Включение в рационы откармливаемых животных большого количества

покупных дорогостоящих комбикормов приводит к повышению себестоимости прироста и снижению экономической эффективности производства мяса. Поэтому полученный в нашем опыте уровень продуктивности бычков-кастратов казахской белоголовой породы в зонах с экстремальным сухим климатом можно считать оптимальным. К аналогичным выводам приходят учёные, работающие с мясным скотом в условиях юго-востока нашей страны [16-19].

Выводы.

В сухостепной и полупустынной зонах мясное скотоводство является единственной подотраслью животноводства, способной в экстремальных погодных условиях производить недорогую высококачественную говядину.

Наиболее эффективной является технология, предусматривающая выращивание молодняка до 18-20-месячного возраста в течение двух пастбищных и одного зимнего сезонов с максимальным использованием естественных кормовых угодий с последующим интенсивным заключительным откормом.

Литература

1. Концепция развития сельского хозяйства в районах целинных и залежных земель Российской Федерации. М., 1994. 96 с.

2. Современное состояние и перспективы развития мясного скотоводства на Южном Урале / А. Кочетков, Ф. Каюмов, К. Джуламанов и др. // Зоотехния. 2008. № 12. С. 20-22.

3. Бельков Г.И., Панин В.А. Повышение генетического потенциала продуктивности и устойчивости к биотическим и абиотическим факторам крупного рогатого скота в условиях Южного Урала // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 134-142.

4. Макаев Ш.А., Каюмов Ф.Г., Насамбаев Е.Г. Казахский белоголовый скот и его совершенствование: монография. М.: Вестник РАСХН, 2015. 336 с.

5. Черекаев А.В., Бельков Г.И. Состояние мясного скотоводства и перспективы его развития // Молочное и мясное скотоводство. 2001. № 3. С. 3-5.

6. Черекаев А.В. Эффективность производства говядины в мясном скотоводстве при разных методах выращивания на мясо. М.: Колос, 1988. 102 с.

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

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

9. Суербаев Р.Х. Пути увеличения производства говядины и повышения эффективности мясного скотоводства в условиях Западного Казахстана: материалы науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов. Оренбург, 1995. С. 17-19.

10. Бельков Г.И. Пути решения кормовой проблемы в условиях сухой степи Оренбуржья // Материалы региональной конференции. Уфа, 1996. С. 28-31.

11. Калашников В.В., Амерханов Х.А., Левахин В.И. Мясное скотоводство: состояние, проблемы и перспективы развития // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 1. С. 2-5.

12. Каюмов Ф.Г. Мясное скотоводство: отечественные породы и типы, племенная работа, организация воспроизводства стада: монография. М.: Вестник РАСХН, 2014. 216 с.

13. Бельков Г.И. Эффективность использования кормов бычками различных пород в зоне сухой степи // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 4(96). С. 84-87.

14. Бельков Г.И., Панин В.А. Повышение мясной продуктивности крупного рогатого скота разных пород на Южном Урале. Оренбург, 2015. 140 с.

15. Бельков Г.И. Высокоинтенсивная технология ведения мясного скотоводства // Технология производства говядины на промышленной основе: тр. Всесоюз. НИИ мясн. скотоводства. Оренбург, 1985. С. 24-29.

16. Заверюха А.Х., Бельков Г.И. Повышение эффективности производства говядины. М.: Колос, 1995. 287 с.

17. Бельков Г.И., Балыкин С.В., Мушинский А.С. Состояние и перспективы развития кормовой базы в засушливых регионах России и Оренбургской области // Эффективность кормопроизводства в степной зоне. Оренбург: Орен. губерния, 2003. 180 с.

17. Бельков Г.И., Суербаев Р.Х. Пути повышения эффективности производства говядины в зонах сухой степи и полупустыни: монография. М.: Вестник РАСХН, 2003. 456 с.

19. Виньков И.Ф., Котов Н.Г., Сечин В.А. Луга и пастбища степной зоны Южного Урала. Оренбург, 1997. 212 с.

Бельков Григорий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, научный руководитель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-05-20, e-mail: orniish@mail.ru

Поступила в редакцию 2 ноября 2018 года

UDC 636.2:636.033:636.083:636.084

Belkov Grigoriy Ivanovich

FSBSI «Federal Research Centre of Biological Systems and Agro-tehnologies of the Russian Academy of Scienses» e-mail: orniish@mail.ru

Beef productivity of Kazakh White-Headed steers and efficiency of beef production with various feeding and range fattening systems

Summary. The article presents the results of research on the development of technology for growing and fattening young Kazakh White-Headed breed in areas with large pasture land and traditionally engaged in beef cattle breeding. The experimental animals were kept according to the traditional technology adopted in beef cattle breeding: in the summer – on pastures, in the winter – in light-weight premises. During the winter period, steers of all groups were growing on the farm under the same conditions and received traditional for the zone rations consisting mainly of hay and providing average daily gains of 600-650 g. During the pasture period, various feeding and fattening options for experimental animals were studied. It was established that range fattening of steers without additional feeding with other fodders allows to obtain 700-760 g of body weight per day and reach a body weight of 400-420 kg. The final fattening within two months increased the indicated indices, respectively, to 960-1041 g and 447-479 kg.

The increased feeding level of animals from the experimental groups ensured an increase in their beef productivity by 8.4-15.7 %; however, after economic calculations the profitability was higher in the control groups whose animals were range fattened. Therefore, when choosing a technology for growing and fattening young stock, it is necessary to match production costs not only with the meat products yield but also with the estimated economic feasibility.

Key words: steers, Kazakh white-headed breed, fodder production, range lands, live weight, gain, economic effectiveness, carcass weight, carcass yield.

УДК 636.088.31

Качественные показатели мясной продуктивности бычков разных генотипов в 15-месячном возрасте

С.М. Канатпаев[1], С.Д. Тюлебаев[2], М.Д. Кадышева[2], В.Г. Литовченко[3], В.И. Косилов[4], В.И. Корнейченко[1]

[1] ООО «Брединский»
[2] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[3] ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»
[4] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. Статья – о проведённых исследованиях по сравнительному изучению некоторых качественных показателей мясной продуктивности симментальских бычков разных генотипов в возрасте 15 мес. Акцентируется внимание на генотипах, представляющих собой кроссы от использования семени канадских мясных симменталов на мясном отечественном поголовье этой породы линии Фараона. Результаты исследований, проведённых в ООО «Совхоз Брединский» (Челябинской области) в условиях технологии мясного скотоводства, демонстрируют возможность получения дополнительной продукции. Потомки быков- производителей мясных симменталов канадской селекции Вордвлайда и Эксперта, представленные бычками, при убое в возрасте 15 мес. имели массу охлаждённой полутуши 128,3-132,8 кг, что на 5,6-10,1 кг или 4,6-8,2 % выше чем у аналогов – потомков отечественного быка-производителя Спартака. Различия по массе мышечной ткани (непосредственно употребляемой человеком в пищу и наиболее биологически полноценной) в процентном отношении были ещё выше, так, превосходство кроссов над сверстниками отечественной селекции по этому показателю составили 6,4-9,3 %. Приводятся результаты подсчёта коэффициента мясности, по которым также выявлено превосходство сыновей Эксперта и Вордвлайда. Так, если отношение количества мякоти к костям у бычков отечественных симменталов составляло 4,36 кг, то у сыновей Эксперта – 4,58, а у потомков Вордвлайда соответственно – 4,86 кг.

Стабильные показатели химического состава средней пробы мяса отмечены у животных всех групп, содержание белка в средней пробе мяса не опускалось ниже 20,4 %, а белкового качественного показателя – ниже 6,9 мг%, что указывает на высокое качество мяса бычков всех групп.

Ключевые слова: бычки, мясной симментал, туши, морфологический состав полутуш, химический состав мяса.

Введение.

В течение последних десяти лет в реестре селекционных достижении РФ появилось несколько типов мясного скота [1, 2]. Одним из значимых достижении является брединский мясной тип, созданный на основе комбинированных отечественных симменталов и их мясных аналогов зарубежной селекции [3, 4]. Новый тип, являясь высокопродуктивным селекционным достижением, с каждым годом претерпевает определённые изменения, связанные с велением времени, и не может оставаться идеальным мясным типом на все времена. Новые вызовы времени требуют совершенствования существующих и создания новых типов и пород, использования их для создания эффективных кроссов. Для тиражирования модельных животных, как и для создания высокопродуктивного стада, соответствующего современным требованиям, необходим обоснованный и эффективный отбор животных с желательными параметрами, который основывается на всестороннем изучении степени взаимодействия генотипов [5]. В этом смысле интерес представляют кроссы, нашедшие широкое распространение в птицеводстве и в свиноводстве, однако и в мясном скотоводстве интерес к этому методу растёт. При этом наиболее важным представляется мясная продуктивность полученных кроссов, масса туши, её выход. Хотя туша сама по себе представляет ценность лишь косвенно, более важным элементом являются ткани, её составляющие, прежде всего мышцы и жир, которые являются съедобными и носят название «мякоть». Именно эта составляю-

щая стратегически важна для питания человека и именно эту часть туши пытаются увеличить все селекционеры человечества. Ткани, составляющие мякотную часть туши, также не равнозначны как в питательном, так и в биологическом смысле, однако от соотношения жира и мышечной ткани зависит вкус мяса, определяющий спрос и цену на кулинарные изделия, изготовленные из мясных полуфабрикатов.

Цель исследования

Изучить в сравнительном аспекте кроссы мясных симменталов по показателям, характеризующим мясные качества бычков в возрасте 15 мес.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки, полученные от использования с маточным поголовьем линии Фараона быков-производителей мясных симменталов канадской 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. Исследования проводились в хозяйственных условиях на поголовье ООО «Совхоз Брединский» Челябинской области.

Для формирования базы данных по сочетаемости животных различных структурных единиц породы были изучены показатели продуктивности бычков до 15-месячного возраста разных генотипов с проведением контрольного убоя. Для получения этого поголовья маток брединского мясного типа линии Фараона осеменили быками-производителями брединского мясного типа (Спартак) и канадскими быками-производителями (Worldwide, Expert). Полученный молодняк был сформирован в 3 группы: I группа состояла из потомков Спартака; II – потомков Expert (Эксперта); III – из потомков Worldwide (Ворлдвайда). Животные содержались по технологии специализированного мясного скотоводства.

Контрольный убой проводился согласно «Методических рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса» [6]. Технологией переработки предусмотрено разделение туши на 2 равные составляющие – полутуши, левую из которых подвергли обвалке после 24-часовой выдержки при температуре +4 °С.

Оборудование и технические средства. Взвешивание животных осуществлялось на имеющихся в хозяйстве платформенных весах ВПС (Россия), соответствующих ГОСТу OML R76-1-2011, предназначенных для взвешивания крупного рогатого скота. Качественный состав проб мякоти исследовали: влагу – по ГОСТ 9793-74, жир – экстрагированием сухой навески пробы в аппарате Сокслета, белок – методом определения азота по Къельдалю в сочетании с изометрической отгонкой в чашках Конвея. Белковый качественный показатель определяли по соотношению в пробах мяса триптофана (метод Неймана и Логана), оксипролина (метод Снайза и Чемберза) в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.)

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовались методы вариационной статистики [7] с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в программе «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Данные морфологического состава полутуш бычков в 15-месячном возрасте с выделением из мякоти подкожного и межмышечного жира отображены в таблице 1. Как видно, наибольшая масса охлаждённой полутуши была характерна для сыновей канадского быка Эксперта, который по этому признаку превосходил аналогичный показатель в I группе на 11,1 кг ($P>0,01$), а во II – на 6,5 кг ($P>0,05$). Соответственно и мышечной массы у потомства этого быка оказалось больше, чем

у сыновей Спартака на 8,4 % (P>0,01) и сыновей Вордвлайда – на 5,9 % (P>0,01). Следует обратить внимание на выход у разных генотипов жировой ткани, и хотя различия оказались не достоверными, отмечена меньшая её доля у сыновей Спартака (на 0,1-0,2 %).

Таблица 1. **Морфологический состав полутуш в 15-месячном возрасте, кг (X±Sx)**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Масса охлаждённой полутуши, кг	122,7±1,49	132,8±1,39	128,3±1,25
Мышечная ткань, кг	93,7±1,04	102,4±1,31	99,7±1,32
%	76,4	77,2	77,7
Кости, кг	22,4±0,51	23,3±0,58	21,4±0,51
%	18,2	17,5	16,7
Жировая ткань, кг	3,9±0,09	4,4±0,16	4,4±0,13
%	3,2	3,3	3,4
в т. ч.: полив, %	1,8	1,9	1,8
межмышечная, %	1,4	1,4	1,6
Жилки и сухожилия, кг	2,7±0,11	2,70±0,21	2,80±0,19
%	2,2	2,0	2,2
Приходится мякоти на 1 кг костей, кг	4,36±0,09	4,58±0,15	4,86±0,11

По абсолютной массе костей наименьшим результатом характеризовался кросс III группы, у которого этот показатель уступал аналогам других генотипов на 1,0-1,9 кг. В результате животные этой группы имели самый высокий показатель мясности – количество мякоти на 1 кг костей. Так, это преимущество составляло 0,28 кг или 6,1 % над аналогами II группы и 0,50 кг или 11,5 % – над бычками, полученными от Спартака.

Мясо, являющееся важнейшим продуктом человеческого питания, по сути остаётся таковым и в настоящее время. Это связано с эссенциальными для человека веществами в его составе, которые находятся в самом усвояемом виде. В своём исследовании мы изучили химический состав средней пробы мяса-фарша бычков в 15-месячном возрасте (табл. 2).

Таблица 2. **Состав органических веществ средней пробы фарша говядины, взятых при убое 15-месячных бычков, % (X±Sx)**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Сухое вещество	26,5±0,69	26,8±0,39	27,2±0,69
Жир	5,0±0,68	5,3±1,43	6,0±0,48
Белок	20,4±0,18	20,4±0,49	20,1±0,17
Отношение белок:жир	4,1:1	3,8:1	3,3:1

Наибольшим содержанием сухого вещества отличался фарш, взятый с туш сыновей Вордвлайда, их превосходство по этому показателю составляло 0,67 % над фаршем, полученным с туш потомков Спартака, и 0,41 % – над фаршем, полученным от сыновей Эксперта. При этом следует обратить внимание на относительно высокое содержание в пробе влаги. Это, вероятно, связано с возрастом забитых бычков – 15 мес., который для долгорослых крупных пород считается не предельным для убоя. Об этом же свидетельствует низкое содержание в средней пробе химически чистого жира. В групповом отношении наибольшим его содержанием в средней пробе мяса-фарша туши отличались потомки Вордвлайда, которые превосходили аналогичный показатель у животных II и I групп на 0,72-1,08 %. В целом данные таблицы показывают, что имеющаяся разница в показателях между группами была не достоверной.

Лучшим критерием зрелости мяса является показатель отношения белка к жиру, который должен составлять в мякоти оптимально подошедших по возрасту убоя бычков приблизительно 2 к 1. В наших исследованиях, как видно, мясо забитых животных далеко от степени зрелости, следовательно, возраст убоя данных животных, по нашему мнению, далёк от оптимального.

Ещё одним важным показателем, характеризующем мясо в качестве веществ для биологической полноценности в питании человека, является аминокислотный состав белков (табл. 3). Этот важнейший показатель может быть измерен косвенно по содержанию в мясе «маркерных» аминокислот, таких как триптофан (незаменимая аминокислота, по которой судят о содержании полноценных белков) и оксипролин (заменимая аминокислота, по которой судят о содержании неполноценных белков, входящих в состав хрящей и сухожилий).

Таблица 3. **Качественные характеристики мышечной ткани подопытных животных, мг%**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Триптофан	351,4±7,7	363,5±8,1	362,4±9,9
Оксипролин	51,4±0,09	49,9±0,55	50,7±0,31
Белковый качественный показатель	6,9	7,3	7,2

Как видно из таблицы, следует отметить высокое содержание триптофана во всех исследованных нами пробах, что указывает на уровень эксперимента, обеспеченность в питательных веществах в рационах, состоятельность генотипов. По содержанию триптофана превосходство было на стороне кросса сыновей Эксперта: они превосходили потомков Спартака на 12,1 мг% или 3,4 %, а сыновей Вордвлайда – лишь на 0,18 мг%.

По содержанию оксипролина в мышечной ткани бычки всех групп отличались относительно малым его содержанием, при этом наибольшее его количество было характерно для мышечной ткани сыновей Спартака – 51,00 мг%, они превосходили по этому показателю кросс от Эксперта на 1,11 мг% и кросс от Вордвлайда – на 0,52 мг%. Полученная разница была малозначимой, но в итоге был получен достаточно неожиданный, высокий результат отношения триптофана к оксипролину, который представляет собой белковый качественный показатель (БКП).

Обсуждение полученных результатов.

Изучение мясной продуктивности является основой научных познаний для практического удовлетворения потребностей человека в легкоусвояемом белке. Любой научный эксперимент, связанный с разведением сельскохозяйственных животных, должен отвечать запросу потребителей, и это порождает массу исследований в сфере мясной продуктивности, в т. ч. у крупного рогатого скота [8-10]. В наших исследованиях выявлено, что использование канадских мясных симменталов на животных линии Фараона отечественных аналогов, способствует повышению продуктивности полученных 15-месячных бычков. Превосходство кроссов по содержанию мышечной ткани составляло 6,0-8,7 кг или 6,4-9,2 %. Отмечено улучшение мясности у полученных кроссов, так, содержание мякоти на 1 кг костей у кроссов на 5,0-11,5 % превышало показатели отечественных аналогов. При проведении подобных исследований на казахской белоголовой породе и помесях с быками-производителями герефордской породы группой авторов были получены подобные результаты [11]. Однако если в этом опыте 15-месячные бычки несколько уступали кроссам мясных симменталов из нашего опыта по массе охлаждённой туши, то по индексу мясности показатели были сопоставимы (4,6-4,8), а по выходу костей лучшее желательное соотношение было характерно для бычков казахской белоголовой породы (16,5 %). В других исследованиях [12], проведённых на 15-месячных бычках калмыцкой породы, были получены более скромные результаты: масса охлаждённой полутуши составила 88,6-96,0 кг, при выходе костей – 17,6-18,3 %. Однако общая тенденция результатов изучения мясной продуктивности бычков в нашем опыте согласуется с рассмотренными публикациями и характерна для мясного скота.

Полученные результаты также согласуются с данными учёных, проводивших подобные исследования [13-15], и дают основание утверждать, что прилитие крови канадских мясных симменталов коровам отечественных аналогов способствует увеличению мясной продуктивности у полученного потомства. По нашему мнению, получение кроссов в мясном скотоводстве в будущем будет расширяться и настоящие исследования имеют перспективу.

Выводы.

Впервые на коровах брединского мясного типа линии Фараона было использовано семя быков-производителей канадских мясных симменталов Эксперта и Вордвлайда. Результаты исследований показали, что проведённое спаривание положительно сказалось на продуктивности полученного потомства. Достоверные различия отмечены при убое бычков, находящихся на опыте до 15-месячного возраста, и касаются таких показателей, как масса охлаждённой полутуши, масса мякоти, масса мышечной ткани, масса жировой ткани, индекс мясности. Все эти показатели у кроссов были выше, чем у отечественных бычков мясного типа. Таким образом, получены новые данные, характеризующие конкретные кроссы, которых нужно использовать для получения дополнительной продукции. Также отмечена тенденция превосходства кроссов по некоторым качественным показателям мясной продукции: содержанию сухого вещества в мясе-фарше, жира, содержанию в мышечной ткани незаменимой аминокислоты триптофана, лучшего показателя биологической ценности говядины, заключающейся в более высоком значении белкового качественного показателя (БКП).

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

Литература

1. Каюмов Ф.Г. Мясное скотоводство: отечественные породы и типы, племенная работа, организация воспроизводства стада: монография. М.: Вестник РАСХН, 2014. 216 с.

2. Создание заводской линии быка-производителя Зоркого 3433к казахской белоголовой породы / М.П. Дубовскова, Ш.А. Макаев, С.Д. Тюлебаев, В.А. Гонтюрев, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 32-39.

3. Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д. Создание внутрипородного типа мясных симменталов // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 6. С. 21-23.

4. Отечественная мясная порода интенсивного типа – новое направление в мясном скотоводстве России / С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, С.А. Мирошников, А.С. Ушаков // Проблемы биологии продуктивных животных. 2011. № 3. С. 20-26.

5. Каюмов Ф.Г., Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д. Селекционно-генетические параметры продуктивности молодняка при создании симменталов мясного типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 3(31). С. 151-153.

6. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ. М., 1990. 86 с.

7. Меркурьева Е.К. Биометрия в животноводстве. М.: Колос, 1964. 311 с.

8. Мазуровский Л.З., Кадисова Г.Н., Тюлебаев С.Д. Мясные качества симменталов // Зоотехния. 1995. № 3. С. 9-11.

9. Качество мяса крупного рогатого скота различных генотипов / А.А. Кочетков, Ф.Г. Каюмов, С.Д. Тюлебаев, А.Б. Карсакбаев // Всё о мясе. 2010. № 2. С. 44-45.

10. Косилов В., Мироненко С., Литвинов К. Мясная продукция красного степного молодняка при интенсивном выращивании и откорме // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 7. С. 27-28.

11. Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Фомин А.В. Хозяйственно-биологические особенности и мясная продуктивность бычков казахского белоголового скота и его помесей с герефордской породой // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 1. С. 41-50.

12. Влияние новой кормовой добавки на мясную продуктивность и убойные качества бычков / И.Ф. Горлов, М.Е. Дорохин, Д.А. Ранделин, Николаев Д.В. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 4(114). С. 68-72.

13. Убойные показатели и промеры туши подопытных тёлок / В.Г. Литовченко, С.Д. Тюлебаев, М.Д. Кадышева, В.М. Габидулин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 4(42). С. 119-121.

14. Тюлебаев С.Д. Хозяйственно-полезные признаки симментальского, герефордского скота и помесей симменталов с мясными породами: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 1994. 22 с.

15. Дашинимаев С.М., Гармаев Д.Ц. Мясная продуктивность молодняка калмыцкой породы разных типов телосложения // Вестник ИрГСХА. 2013. № 59. С. 83-88.

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

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

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

Литовченко Виктор Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, ректор ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», 457100, Челябинская область, г. Троицк, ул. Гагарина, 13, тел.: (35163)2-00-10, e-mail: litovchenkovg@inbox.ru

Косилов Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры химии и биотехнологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, e-mail: Kosilov_VI@bk.ru

Корнейченко Вера Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims.or@mail.ru

Поступила в редакцию 22 октября 2018 года

UDC 636.088.31

Kanatpaev Sabet Mukhtarovich[1], Tyulebaev Sayasat Zhaksylykovich[2], Kadysheva Marwat Dusangalievna[2], Litovchenko Victor Grigoryevich[3], Kosilov Vladimir Ivanovich[4], Korneichenko Vera Ivanovna[2]

[1] LLC «Sovkhoz Bredinsky»

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

[3] FSBEI HE «South Urals State Agrarian University», e-mail: litovchenkovg@inbox.ru

[4] FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: Kosilov_VI@bk.ru

Qualitative indicators of meat productivity of bulls of different genotypes at 15-month age

Summary. The article describes conducted research on the comparative study of certain qualitative indicators of meat productivity of Simmental bulls of different genotypes at the age of 15 months. Attention is

focused on genotypes which are crosses from the use of Canadian beef-producing Simmental's seed on the Russian beef-producing animals of theses breed of the Pharaoh line. The results of the research conducted in the LLC «Sovkhoz Bredinsky» (Chelyabinsk Region) in the conditions of beef cattle breeding technology demonstrate possibility of obtaining additional products. Progeny of sires beef-producing Simmentals of Canadian Selection, Worldwide and Expert, represented by bulls, at slaughter at the age of 15 months had a mass of chilled half carcass of 128.3-132.8 kg which is 5.6-10.1 kg or 4.6-8.2 % higher than of others – progeny of the Russian sire Spartak. The differences in the muscle tissue mass (directly consumed by man for food and the most biologically complete) were even higher in percentage terms; for example, crosses outperform peers of Russian selection in this indicator was 6.4-9.3 %. There are results of fleshing index calculation evidencing that progeny of Expert and Worldwide also outperform. So, if the number of flesh to bones ratio of the Russian Simmentals bulls was 4.36 kg, then of Expert's progeny – 4.58, and of Worldwide's progeny, respectively – 4.86 kg.

Stable indicators of chemical composition of the average meat sample were observed in animals of all groups, protein content in the average meat sample did not fall below 20.4 %, and protein quality indicator was below 6.9 mg% which indicates the high quality of bull meat of all groups.

Key words: bulls, beef-producing Simmental, carcasses, morphological structure of half-carcasses, chemical composition of meat.

УДК 636.084.1:636.085.57

Влияние наночастиц хрома на активность пищеварительных ферментов и морфологические и биохимические параметры крови телёнка

С.В. Лебедев[1,2], О.В. Кван[1,2], И.З. Губайдуллина[1], И.А. Гавриш[1], В.В. Гречкина[1,3], Б. Момчилович[4], Н.И. Рябов[1]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»
[3] ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»
[4] Institute of Sustainable Ecosystem Research and Development

Аннотация. Хром является важным химическим элементом для человека и животных, его эссенциальность проявляется в снижении уровня глюкозы и холестерина в крови, жировых отложений, в стимуляции развития мышечной ткани. Недостаточное поступление хрома в организм, связанное с типом и качеством питания, сопровождается замедлением роста и ухудшением толерантности к глюкозе.

Тем не менее отчёты о влиянии различных источников хрома на активность пищеварительных энзимов у животных встречаются редко. Из имеющихся немногочисленных исследований известно, что поджелудочная железа способна адаптироваться к характеру питания путём изменения состава своего секрета соответственно характеру потребляемой пищи.

Целью исследования являлось изучение влияния наночастиц хрома в дозе 300 мг/кг корма на активность пищеварительных ферментов химуса и гематологические показатели у телят красной степной породы в возрасте 6 месяцев, массой 110±10 кг. Благодаря уникальной хирургической операции по выведению дуоденального анастомоза получены новые знания об активности пищеварительных ферментов химуса. Отбор проб химуса проводился в течение 3 суток натощак перед кормлением, через 1 и 3 часа после кормления.

Экспериментально установлено, что наночастицы хрома нетоксичны, оказывают разностороннее действие на гематологические показатели и обмен веществ в организме телят. Это выражалось в увеличении концентрации глюкозы на 10,6 % ($P \leq 0,05$), триглицеридов – на 14,3 %, на фоне снижения общего белка на 9,6 и холестерина – на 16,9 %.

Снижение активности амилазы после приёма корма сопровождалось увеличением показателей протеазы и липазы дуоденального химуса, как элемент включения адаптационных механизмов для поддержания гомеостаза липидного и белкового обменов.

Ключевые слова: телята, хром, секреторная функция дуоденального химуса, амилаза, липаза, протеаза, гематология крови.

Введение.

Хром является важным химическим элементом для человека и животных, его эссенциальность [1], проявляется в снижении уровня глюкозы и холестерина в крови, жировых отложений и в стимуляции развития мышечной ткани [2]. Недостаточное поступление хрома в организм, связанное с типом и качеством питания, сопровождается замедлением роста и ухудшением толерантности к глюкозе [3].

В настоящее время ведётся поиск альтернативных источников микроэлементов, обладающих низкой токсичностью и высоким биологическим действием. Перспективность замены традиционных источников микроэлементов на органические и ультрадисперсные формы металлов определяется наличием у последних высокой удельной площади поверхности, большей реакционной способности и биодоступности [4-8].

Важным инструментом в регуляции обмена поступившего хрома в организм является его способность проникать через кишечную стенку. Эффективность всасывания хрома зависит от размера его молекулы и наличия пищеварительных агентов (витамины, фитаты, аминокислоты) [9]. Тем не менее, исследования о влиянии различных источников хрома на активность пищеварительных энзимов у животных встречаются редко. Из имеющихся немногочисленных исследований известно, что поджелудочная железа способна адаптироваться к характеру питания путём изменения состава своего секрета соответственно характеру потребляемой пищи.

В этой связи перспективным направлением является изучение возможности использования наночастиц хрома в качестве модуляторов активности пищеварительных ферментов.

Цель исследования.

Изучение влияния наночастиц хрома на активность пищеварительных ферментов дуоденального химуса и гематологические показатели у телят.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. 2 телёнка красной степной породы со средней массой 110-120 кг, в возрасте 6 мес.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1997 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 выполнены в лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН) и экспериментальной биологической клинике ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». Телята содержались в специализированной клетке со свободным доступом к воде и корму. Основной рацион (ОР) был сбалансирован по основным питательным веществам согласно детализированным нормам ВНИИМС и включал сено разнотравное (2,5 кг), патоку кормовую (0,3 кг) и комбикорм (1,5 кг), состоящий из пшеницы, ячменя, рыбной муки и минеральных добавок (премикс ПК-60, соль поваренная, дикальцийфосфат).

Для осуществления поставленной задачи животным была проведена оригинальная операция по наложению дуоденального анастомоза [10].

К фистуле из изолированного отрезка прикрепляли с помощью специального резинового переходника шприц для сбора химуса 12-перстной кишки. Отбор химуса проводили утром до кормления натощак после 12-часового голодания и через 1 и 3 часа после кормления. Повторность опыта – 3 суток по каждому вида корма.

Согласно литературным данным, в дозах от 200 до 300 мкг/кг корма хром обладает наиболее выраженным биологическим действием на физиологические и ростовые показатели животных [11, 12]. Контрольное животное получало основной рацион, в рацион опытного животного дополнительно вводили наночастицы хрома в дозе 300 мг/кг.

Наночастицы (НЧ) хрома получены методом плазмохимического синтеза (ООО «Платина», г. Москва). Препараты НЧ Cr_2O_3 (d=91 нм, удельная поверхность – 9 $м^2/г$, Z-потенциал – 93±0,52 мВ) содержали 99,8 % Cr. Перед включением в рацион наночастицы диспергировали в физиологическом растворе с помощью УЗДН-2Т («НПП Академприбор», Россия) (35 кГц, 300 Вт, 10 мкА, 30 мин). В комбикорм вводили методом ступенчатого смешивания.

Кровь отбирали из ярёмной вены в вакуумные пробирки с добавлением антикоагулянта, для биохимических показателей – в вакуумные пробирки с активатором свертывания (тромбин).

Все эксперименты проводились в 15-кратной повторности.

Оборудование и технические средства. Лабораторные исследования проводились в центре «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» и Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Морфологический анализ крови проводили на автоматическом гематологическом анализаторе URIT-2900 Vet Plus («URIT Medical Electronic Group Co., Ltd», Китай), биохимический анализ сыворотки крови – на автоматическом анализаторе CS-T240 («DIRUI Industrial Co., Ltd», Китай) с коммерческими наборами для ветеринарии (ЗАО «ДИАКОН-ДС», Россия).

Измерение активности панкреатических ферментов проводилось: определение амилазы – по Смит-Рою в модификации для определения высокой активности фермента [13], протеаз – по гидролизу казеина очищенного по Гаммерстену при калориметрическом контроле (длина волны – 450 нм), липазы – на автоматическом биохимическом анализаторе CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай) с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВет-Тест (Россия).

Статистическая обработка. Статистическая обработка включала расчёт среднего значения (M) и стандартные ошибки среднего (±SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $P<0,05$.

Результаты исследования.

Влияние Cr на организм телят проявилось в установленном гипергликемическом эффекте, выраженном в увеличении глюкозы на 10,6 % ($P\leq0,05$) у опытного животного по сравнению с контрольными значениями (табл. 1). Триглицериды, как истинные жиры, увеличились на 14,3 % при снижении уровня холестерина на 16,9 % ($P\leq0,05$).

Таблица 1. **Биохимические показатели крови телят**

Показатели	Телята	
	контрольный	опытный
Глюкоза, моль/л	5,08±3,2	5,68±2,8
Общий белок, г/л	105,5±11,2	95,6±9,3*
АЛТ, ед./л	19,4±6,2	17,4±8,2
АСТ, ед./л	64,1±9,4	59,1±8,1*
Холестерин, моль/л	1,54±0,8	1,28±0,6*
Триглицериды, ммоль/л	0,18±0,009	0,21±0,018*
Щелочная фосфатаза, ед./л	83±18,4	82±21,4
Железо, мкмоль/л	17,1±3,1	14,6±6,2
Магний, моль/л	0,75±0,06	0,72±0,08

Примечание: * – результаты являются статистически достоверными ($P\leq0,05$)

В то же время дополнительное включение в состав комбикормов НЧ хрома в дозе 300 мкг/кг корма привело к депрессированию белкового обмена, выраженному в снижении уровня общего белка в опытной группе на 9,6 % ($P\leq0,05$).

Анализ реакции аминотрансфераз как индикатора наличия повреждения в клетках установил снижение активности АСаТ и АЛаТ в опытной группе на 10,4 и 7,9 % соответственно. Показатели щелочной фосфатазы и магния в группах были практически на одном уровне, на фоне снижения железа на 14,7 % по сравнению с контрольными значениями.

Учитывая сложные механизмы пищеварения у крупного рогатого скота, нельзя исключать участия хрома в обменных процессах, что было продемонстрировано динамикой активности пищеварительных ферментов в химусе (табл. 2).

Таблица 2. **Активность ферментов дуоденального химуса у телят (M±m)**

Показатели	Время отбора		
	до кормления	после 1 ч	после 3 ч
Амилаза, ед./л			
1 день	4,8±0,61	3,3±0,32	0,9±0,07
	5,9±0,52*	3,76±0,21	2,1±0,06*
2 день	6,9±0,56	4,8±0,64	2,1±0,04
	7,3±0,73	4,66±0,33	1,3±0,08
3 день	9,21±0,8	4,3±0,28	1,4±0,07
	14,28±1,2*	5,2±0,01	3,9±0,07
Протеаза, ед./л			
1 день	2,2±0,3	2,6±0,3	1,4±0,05
	2,91±0,3	3,02±0,86	1,9±0,04
2 день	3,2±0,42	3,1±0,3	1,8±0,3
	5,1±0,4*	5,42±0,72*	3,1±0,2
3 день	2,4±0,3	2,1±0,21	1,1±0,08
	2,27±0,2	2,35±0,17	1,37±0,09
Липаза, ед./л			
1 день	0,17±0,04	0,32±0,03	0,12±0,01
	0,18±0,02	0,57±0,08	0,14±0,02
2 день	0,21±0,02	0,43±0,05	0,21±0,02
	0,32±0,05	0,72±0,03*	0,17±0,03
3 день	0,67±0,09	0,23±0,04	0,18±0,03
	1,15±0,04*	0,16±0,004	0,28±0,05*

Примечание: в числителе – показатели контрольного животного,
в знаменателе – опытного животного;
* – результаты являются статистически достоверными (P≤0,05)

Экспериментальные данные свидетельствуют, что наибольшая активность протеазы и липазы установлена в первые часы отбора, с последующим её снижением на 3 час. Добавление хрома в рацион бычков стимулировало активность протеазы во все учётные периоды, разница с контролем составила от 25 до 43 % (P≤0,05). Характерным является усиление активности протеазы на 2 день эксперимента, с последующим снижением её активности на 3 сутки. Аналогично этому формировалась и активность липазы, разница с контролем составила 36 % (P≤0,05). Активность амилазы, наоборот, уменьшалась в почасовых точках отбора и увеличивалась в суточном отборе у опытного животного.

Обсуждение полученных данных

При добавлении Cr возникали двусмысленные реакции в гематологических показателях, что выражалось в установленном гипергликемическом эффекте, снижении концентрации холестерина, что по результатам исследований [14] характерно для высоких доз хрома.

Триглицериды, как истинные жиры, увеличились на 14,3 %, что свидетельствует о влиянии хрома на липидный обмен, вызывающего расщепление избыточного жира в организме, что подтверждается исследованиями [15]. Однако существует и обратный эффект, который выражается в увеличении холестерина и снижении концентрации триглицерида после 12 недель добавок 200 мкг хрома [16].

Снижение активности аминотрансфераз, с одной стороны, может свидетельствовать об отсутствии токсического действия наночастиц хрома на организм, с другой, о нарушении белоксинтезирующей функции печени, что подтверждается снижением уровня белка в плазме крови опыт-

ного телёнка. В то же время активность протеазы и липазы в дуоденальном химусе увеличилась за счёт возможного включения адаптационных механизмов для поддержания гомеостаза липидного и белкового обменов.

Интересны данные, касающиеся содержания Fe в крови: если при низких уровнях концентрации хром и железо преимущественно занимают различные сайты связывания [17], то при более высоких они конкурируют за эти сайты, что проявилось в снижении метаболизма железа в опытной группе.

Выводы.

Наночастицы хрома нетоксичны, оказывают разностороннее действие на гематологические показатели и обмен веществ в организме телят. Это выражается в снижении белкового и стимуляции углеводного и липидного обменов. Добавление Cr в рацион телят сопровождается увеличением концентрация глюкозы на 10,6 % ($P \leq 0,05$), триглицеридов – на 14,3 %, на фоне снижения холестерина на 16,9 %.

Нарушение белоксинтезирующей функции печени выражалось в снижении уровня белка в плазме крови телят опытной группы на 9,6 %. Снижение активности амилазы сопровождалось увеличением показателей протеазы и липазы дуоденального химуса как элемента включения адаптационных механизмов для поддержания гомеостаза липидного и белкового обменов.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0031)

Литература

1. Campbell W.J., Mertz W. Interaction of insulin and chromium (III) on mitochondrial swelling // American Journal of Physiology-Legacy Content. 1963. 204(6). P. 1028-1030.

2. Mertz W., Roginski E.E. Chromium metabolism: the glucose tolerance factors // American Journal of Clinical Nutrition. 1971. 33. P. 163-239.

3. Hasan H.G., Mahmood T.J., Ismael P.A. Studies on the Relationship Between Chromium (III) ion and Thyroid Peroxidase Activity in Sera of Patients with Thyroid Dysfunction // Ibn AL-Haitham Journal For Pure and Applied Science. 2017. V. 24(2). P. 45-49.

4. Вишняков А.И., Ушаков А.С., Лебедев С.В. Особенности костномозгового кроветворения при введении наночастиц меди per os и intramusculary // Вестник мясного скотоводства. 2011. Вып. 64(2). С. 96-102.

5. Влияние микроэлементов на структурно-функциональное состояние яичников в условиях эксперимента / С.В. Лебедев, Е.С. Барышева, В.С. Полякова, Н.В. Малышева // Морфология. 2006. Т. 129. № 4. С. 74-75.

6. Нестеров Д.В. Сипайлова О.Ю., Лебедев С.В. Влияние сульфата и микрочастиц цинка на обмен токсических элементов в костной ткани цыплят) бройлеров // Вестник Оренбургского государственного университета. 2012. № 142. С. 176-179.

7. Показатели неспецифической реакции адаптации лабораторных животных с различным уровнем функции щитовидной железы / С.В. Мирошников, С.В. Лебедев, А.А. Барабаш и др. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 1(120). С. 141-143.

8. Influence of various chromium compounds on physiological, morpho-biochemical parameters, and digestive enzymes activity in Wistar rats / Svyatoslav Lebedev, Irina Gavrish, Elena Rusakova, Olga Kvan, Ilmira Gubaidullina // Trace Elements and Electrolytes. 2018. Vol. 35. Issue 4. P. 242-245.

9. Evans G.W., Bowman T.D. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization // Journal of inorganic biochemistry. 1992. Vol 46. P. 134-156.

10. Синещёков А.Д. Процессы питания и нервная регуляция их у сельскохозяйственных животных // Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков, фармакологов. Киев, 1955. 736 с.

11. Effects of chromium nanocomposite supplementation on blood metabolites, endocrine parameters and immune traits in finishing pigs / M.Q. Wang, Z.R. Xu, L.Y. Zha, M.D. Lindemann // Animal feed science and technology. 2007. 139(1-2). P. 69-80.

12. Efficacy of chromium (III) supplementation on growth, body composition, serum parameters, and tissue chromium in rats / L.Y. Zha, M.Q. Wang, Z.R. Xu, L.Y. Gu // Biological Trace Element Research. 2007. 119. P. 42-50.

13. Вертипрахов В.Г. Особенности секреторной функции поджелудочной железы цыплят-бройлеров и возможности коррекции пищеварения животных ферментными препаратами на цеолитовой основе: дис. … д-ра биол. наук. Новосибирск, 2004. P. 59-60.

14. Chromium metabolism in man and biochemical effects. In Trace Elements in Human Health and Disease / R.J. Doisy, D.H.P Streeten, J.M. Freiberg, A.J. Schneider // Essential and Toxic Elements. 1976. Vol. 2. P. 79-104.

15. Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes / R.A. Anderson, N. Cheng, N.A. Bryden, M.M. Polansky, N. Cheng // Diabetes. 1997. 46. P. 1786-1791.

16. Riales R., Albrink M.J. Effect of chromium chloride supplementation on glucose tolerance and serum lipids including high-density lipoprotein of adult men // The American Journal of Clinical Nutrition. 1981. 34. P. 2670-2678.

17. Sargeant T., Lim T.H., Jenson R.L. Reduced chromium retention in patients with hemochromatosis: a possible basis of hemochromatotic diabetes // Metabolism. 1979. 28. P. 70-79.

Лебедев Святослав Валерьевич, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; профессор кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, сот.: 8-912-345-87-38, e-mail: lsv74@list.ru

Кван Ольга Вилорьевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; научный сотрудник экспериментально-биологической клиники ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, тел.: 8-912-345-87-38, e-mail: kwan111@yandex.ru

Губайдуллина Ильмира Закиевна, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000 г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-912-843-10-69, e-mail: gubaidullinae@mail.ru

Гречкина Виктория Владимировна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; доцент кафедры незаразных болезней животных ФБГОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. Челюскинцев 18, тел.: 8-922-877-14-97, e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

Гавриш Ирина Александровна, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000 г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: gavrish.irina.ogu@gmail.com

Momčilović Berislav, доктор медицинских наук, Институт исследований и развития устойчивых экосистем, Srebrnjak 59, 10 000 Zagreb, Croatia (Загреб, Хорватия)

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 12 ноября 2018 года

UDC 636.084.1:636.085.57

Lebedev Svyatoslav Valeryevich[1,2], Kvan Olga Vilorievna[1,2], Gubaidullina Ilmira Zakievna[1], Gavrish Irina Alexandrovna[1], Grechkina Victoria Vladimirovna[1,3], Momčilović Berislav[4], Ryabov Nikolai Ivanovich[1]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: lsv74@list.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»*, e-mail: kwan111@yandex.ru

[3] *FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,* e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

[4] Institute of Sustainable Ecosystem Research and Development

Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood

Summary. Chromium is an important chemical element for humans and animals, its essentiality is expressed in the reduction of blood glucose and cholesterol levels, fat deposits, in stimulating of muscle tissue development. Insufficient intake of chromium in the body, associated with the type and quality of food, is accompanied by a slowdown in growth and a deterioration in tolerance to glucose.

Nevertheless, reports on the effect of various chromium sources on the digestive enzymes activity in animals are rare. From the few studies available it is known that the pancreas is able to adapt to the nutrition nature by changing composition of its secret according to the consumed food nature.

The purpose of the study was to research the effect of chromium nanoparticles at a dose of 300 mg/kg of fodder on the chyme digestive enzymes activity and on hematological parameters in Red Steppe calves aged 6 months, weighing 110±10 kg. Due to a unique surgical operation to remove the duodenal anastomosis, new information about the chyme digestive enzymes activity was obtained. Chyme sampling was carried out for 3 days on an empty stomach before feeding, after 1 and 3 hours after feeding.

It was established experimentally that chromium nanoparticles are non-toxic, have a versatile effect on hematological parameters and metabolism in the calves body. This was expressed in the glucose concentration increase by 10.6 % ($P \leq 0.05$), triglycerides – by 14.3 %, against the background of decrease in total protein by 9.6 and in cholesterol – by 16.9 %.

The decrease in amylase activity after feeding was accompanied by an increase in the protease and lipase levels of the duodenal chyme, as an element of adaptation mechanisms activation for maintaining homeostasis of lipid and protein metabolism.

Key words: calf, chromium, duodenal chyme secretory function, amylase, lipase, protease, blood hematology.

УДК 636.085.53:636.085.25

Гематологические показатели бычков, выращиваемых на мясо, при использовании в рационах кавитированных концентратов

Н.М. Ширнина[1], Б.Х. Галиев[1], К.Ш. Картекенов[1], И.С. Мирошников[1], И.А. Рахимжанова[2], А.С. Байков[2], Х.Б. Дусаева[3]

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

Аннотация. Анализ морфологических и биохимических показателей крови бычков в зависимости от возраста и характера кормления показал, что использование в составе рационов кавитированных зерносмесей и отрубей в смеси с минеральной добавкой положительно влияет на гематологические показатели, характеризующие интенсивность роста животных.

Бычки, получавшие испытуемые рационы, превосходили ровесников из базовой группы, у которых в структуре рациона были дроблёные концентраты, по содержанию в крови общего белка на 1,7 % ($P<0,01$) и 1,4 % ($P<0,001$), альбуминов и глобулинов – на 2,5 %; 0,7 % и 1,2; 1,87 % соответственно. Что свидетельствует о более интенсивном их синтезе во всём организме и повышенном отложении в теле. Содержание глюкозы как основного источника энергии в организме в крови подопытных животных всех групп было в пределах физиологической нормы, но с более высоким насыщением на 5,0 % ($P<0,05$) – в I и 8,3 % ($P<0,05$) – во II группах по сравнению с животными базового варианта рациона.

Кальций и фосфор повысились на 1,6 %; 2,4 % и 14,6 %; 31,9 % соответственно в группах молодняка, выращиваемого на мясо и получавшего кавитированные концентраты в смеси с минеральной добавкой. По-видимому, их переход в высокодисперсные фракции в результате совместной с концентратами кавитации способствовал эффективности их биологического действия.

Ключевые слова: бычки, кормовые рационы, пробы крови, гематологические показатели, кавитированная зерносмесь, кавитированные пшеничные отруби, минеральная добавка.

Введение.

В настоящее время в животноводстве большое внимание уделяется изысканию результативных технологий подготовки кормовых средств к скармливанию. По данным ряда учёных, кавитационная обработка растительного сырья, используемого в составе рационов крупного рогатого скота, считается эффективным технологическим методом подготовки к скармливанию [1-4].

Немалый интерес учёных вызывает степень дисперсности минеральных добавок как одного из важных звеньев, влияющих на полноценность питания животных. Установлено, что по выраженности биологического воздействия более эффективными являются высокодисперсные фракции, нежели в макроскопических или иных других формах [5-8].

Процесс эффективного производства животноводческой продукции всё стремительней отдаляет условия кормления и содержания животных от их естественной среды обитания.

Известно, что морфологические, биохимические и другие показатели различных систем организма животных отличаются стабильностью, подвергаясь воздействию внешней среды лишь кодификационной изменчивости, проявляющейся в незначительных отклонениях от нормы.

Основным индикатором, характеризующим процессы жизнедеятельности в организме животных, является кровь, которая, соприкасаясь с клетками всех органов и тканей, обеспечивает возможность их питания и дыхания.

Компоненты крови отражают не только состояние здоровья организма, но и его продуктивные качества [9].

Установлена взаимосвязь гематологических показателей молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо, с их продуктивностью и характером кормления [10-13].

Несмотря на заметный прогресс биохимического изучения крови, открыты ещё далеко не все возможности. Возможно, что через некоторое время появятся ультраточные, качественные и количественные реакции, которые постепенно займут место сегодняшних [14].

Цель исследования.

Выявить в сравнительном аспекте воздействие используемых рационов, в структуру которых вводилась дроблёная зерносмесь традиционного приготовления, с рационами, где использовались зерносмесь и пшеничные отруби в смеси с минеральными добавками, подвергнутые технологии кавитирования, на гематологические показатели бычков красной степной породы, выращиваемых на мясо.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки красной степной породы, рационы, кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби, монокальцийфосфат, премикс.

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. Экспериментальная часть работы выполнена в 2017-2018 гг. на скотном дворе Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области.

Схема научно-хозяйственного опыта предусматривала испытание трёх вариантов рационов на бычках красной степной породы при выращивании на мясо. Для этого были отобраны по принципу пар-аналогов 30 животных, разделённых на три группы по 10 голов в каждой.

Одна группа – базовая или контрольная, где бычки получали основной рацион, принятый в хозяйстве, в I опытном варианте в основном рационе дроблёная зерносмесь традиционного приготовления была полностью заменена на кавитированную и во II опытном варианте – кавитированными пшеничными отрубями.

Во время проведения эксперимента уровень кормления и условия содержания всех групп бычков были равными, рационы сбалансированы по детализированным нормам согласно заданным параметрам и возрасту.

За период опыта рационы подопытных бычков в среднем включали: 1 кг сена суданской травы; 1,82 кг сена люцерны; 10,6 кг кукурузного силоса; 0,42 кг подсолнечного жмыха; 3,06 кг дроблёной зерносмеси (базовая), 3,06 кг кавитированной (I опытная) и 4,6 кг кавитированных пшеничных отрубей (II опытная группа).

Исходя из дефицита минеральных веществ рациона, на одно животное в среднем за период опыта вводились макро- и микроэлементы. В концентрированную часть рациона животных базовой и I опытной групп вводили 30,0 г премикса и 10,0 г монокальцийфосфата. В связи с достаточным содержанием кальция и фосфора согласно нормам во II опытную группу монокальцийфосфат не добавляли, только восполнялся дефицит микроэлементов вводом 30,0 г премикса.

В основном рационе базового варианта животных минеральные добавки не подвергались дополнительной обработке, в I и II опытных группах кавитировались в смеси с концентратами.

Зерносмесь и пшеничные отруби, обогащённые минеральной добавкой, готовились на установке УЖК-1000, оборудованной диспергатором-кавитатором, в несколько стадий: залить в бак воду, включить насос; постепенно, струёй, засыпать концентраты с минеральной добавкой; бак закрыть крышкой и продолжать циркуляцию концентратов насосом до достижения температуры

+60 °С, затем насос отключить, смесь выдержать не менее часа в ёмкости установки и выполнить отгрузку готового кормового продукта. Время приготовления одной партии кашеобразного корма составляет 1,5-2,0 часов.

По каждой отдельно группе животных опыта ежемесячно определялась живая масса.

Продолжительность переходного и основного периодов эксперимента составляли 30 и 153 дня соответственно.

Исследования проводились в соответствии разработанным рекомендациям [15].

Оборудование и технические средства. Химический состав кормов определяли по методикам зоотехнического анализа в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) по содержанию сухого вещества, сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), сырой клетчатки (ГОСТ 12396.2-91), сырой золы (ГОСТ 26226-95), кальция (ГОСТ 26570-95), фосфора (ГОСТ 26657-97).

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

Исследования морфологических и биохимический показателей крови подопытных бычков проводили в центре «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

На основании измерений автоматического биохимического анализатора DIRUI CS-T240 («DIRUI industrial Co. Ltd.», КНР) рассчитаны результаты испытаний биохимических показателей по формулам согласно методике.

Морфологические показатели определяли на автоматическом гематологическом анализаторе с дифференциальным подсчётом лейкоцитов.

Статистическая обработка. Полученный цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому [16] с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

Известно, что интерьерные показатели отражают интенсивность окислительно-восстановительных реакций, процесса обмена веществ и синтеза продукции, происходящих в организме.

С целью более объективного суждения о степени влияния изучаемых рационов, включающих в свой состав кавитированные концентраты в смеси с минеральными добавками, на обмен веществ в организме подопытных бычков, выращиваемых на мясо, были проведены морфологические и биохимические исследования крови. Для этого в начале и в конце основного периода опыта у животных были взяты биологические образцы (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что показатели крови бычков в оба возрастных периода находились в пределах физиологической нормы, с некоторыми небольшими различиями по группам.

Из таблицы следует, что с возрастом у бычков всех групп отмечалось снижение эритроцитов. При этом у молодняка базовой группы данный показатель уменьшился на 5,27 %, в I опытной – на 2,64 % и II опытной – на 2,07 %.

Сравнительный анализ содержания эритроцитов в конце основного периода опыта показал, что подопытные бычки, получавшие в рационе кавитированные зерносмесь и пшеничные отруби, обогащённые минеральной добавкой, превосходили базовых сверстников по содержанию эритроцитов на 1,2 % и 5,4 %,

Иная картина прослеживается по концентрации гемоглобина. Его количество с возрастом несколько увеличивается. А содержание по окончанию исследований в I и II опытных группах было выше по сравнению с базовым вариантом на 3,5 г/л или 3,32 % и 6,0 г/л или 5,69 % ($P<0,001$).

Таблица 1. **Морфологические и биохимические показатели крови опытного молодняка**

Показатель	Группа		
	базовая (контрольная)	I опытная	II опытная
Возраст, 13-14 месяцев			
Эритроциты, 10^{12} кл/л	5,31±0,04	5,29 ±0,26	5,31 ±0,06
Лейкоциты, 10^{9} кл/л	5,87±0,06	6,0±0,40	6,03±0,39
Гемоглобин, г/л	102,0±7,0	100,9±2,2	101,0±2,0
Общий белок, г/л	66,05±0,24	66,13±0,38	66,08±0,18
Альбумины, г/л	27,12±0,06	27,14±0,19	27,19±0,60
Глобулиновые фракции, г/л	38,93±0,16	38,99 ±1,22	38,89±0,0,02
γ-ГТ, Ед/л	14,12±0,24	14,15±0,06	14,17±0,02
АСТ, Ед/л	100,07±0,24	102,44±0,16	102,09±0,06
АЛТ, Ед/л	61,00 ±0,30	61,25±0,14	61,0±0,24
Са, ммоль/л	2,35±0,12	2,29±0,16	2,3±0,08
Р, ммоль/л	3,13±0,10	3,08±0,16	3,19±0,18
Глюкоза, ммоль/л	3,55±0,14	3,50±0,04	3,51±0,08
Возраст, 18-19 месяцев			
Эритроциты, 10^{12} кл/л	5,03±0,21	5,15 ±0,23	5,20 ±0,19
Лейкоциты, 10^{9} кл/л	6,5±0,26	7,87±0,24*	8,9±0,40*
Гемоглобин, г/л	105,4±3,6	108,9±4,4	111,4±2,2**
Общий белок, г/л	69,78±0,02	70,75±0,02*	70,98 ±0,05*
Альбумины, г/л	28,5±1,27	29,2±0,56	29,7±1,37
Глобулиновые фракции, г/л	41,28±1,12	41,55 ±0,56	41,28 ±0,98
γ-ГТ, Ед/л	14,67±0,04	15,67±0,02*	17,02±0,06*
АСТ, Ед/л	101,04±0,06	105,89±0,006**	106,50±0,02**
АЛТ, Ед/л	61,1±0,02	62,0±0,01**	61,7±0,09**
Са, ммоль/л	2,54±0,02	2,58±0,02	2,60±0,03*
Р, ммоль/л	3,63±0,04	4,16±0,08*	4,79±0,03*
Глюкоза, ммоль/л	4,0±0,47	4,20±0,18*	4,33±0,41*

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

Скармливание бычкам испытуемых рационов не оказало отрицательного влияния на их физиологическое состояние, о чём в определённой степени можно судить по содержанию в крови лейкоцитов. Их количество у бычков всех сравниваемых групп находилось примерно на одном уровне: 5,87-6,13 (10^{9} кл/л) – в 13-14-месячном и 6,5-8,9 (10^{9} кл/л) – в 18-19-месячном возрасте.

В нашем опыте более высокое потребление азота с кормами, лучшая его переваримость и усвояемость и более высокая интенсивность роста бычков опытных групп обусловили повышение в их крови содержание общего белка. Так, по содержанию общего белка животные из базового варианта уступали сверстникам из I и II опытных групп на 1,4 % (P<0,01) и 1,7 (P<0,001), альбуминов – на 2,5; 4,2 % и глобулинов – на 1,21; 1,87 % соответственно. Наибольшее количество альбуминов в 18-месячном возрасте содержалось в сыворотке крови бычков опытных групп 29,2-29,7 г/л соответственно.

В процессе обмена белков в организме животных большую роль играют ферменты переминирования (АСТ – аспартатаминотрансфераза, АЛТ – аланинаминотрансфераза), которые осуществляют обратимый перенос аминокислот на кетокислоты.

Известно, что активность трасфераз связана с самыми разнообразными факторами – породой, возрастом, физиологическим состоянием, продуктивностью животных. Поэтому особый интерес представляет изучение активности данных ферментов сыворотки крови.

В нашем исследовании активность трансфераз согласуется с характером кормления, изменением живой массы и возрастом подопытных животных.

Из данных таблицы следует, что с возрастом активность ферментов несколько повышается, изменения происходят в зависимости от характера кормления испытуемых животных, интенсивности их роста, изменения живой массы.

Так, молодняк из I и II опытных групп обладал более активными показателями АСТ и АЛТ по сравнению с животными, получавшими рацион с традиционно приготовленными дроблёными концентратами – на 4,8 % ($P<0,001$); 5,4 % ($P<0,001$) и на 1,47 % ($P<0,001$); 0,98 % ($P<0,01$) соответственно.

Содержание в крови кальция и фосфора у бычков I и II опытных групп, получавших испытуемые рационы, было выше на 1,6 %; 2,4 и 14,6; 31,9 % соответственно. Переход минеральных веществ в высокодисперсные фракции в результате совместной с концентратами кавитации способствовал эффективности их биологического действия.

Содержание глюкозы, основного источника энергии в организме, в крови подопытных животных всех групп на начало опыта было примерно одинаковым (3,50-3,55 ммоль/л), при завершении исследований – с повышенным на 5,0 % ($P<0,05$) в I и 8,3 % ($P<0,05$) II группах насыщением по сравнению с животными базового варианта.

Обсуждение полученных результатов.

Химическая энергия кормов рациона является единственным источником питательных веществ и энергии для животных. При этом основным источником энергии в кормах являются углеводы, наиболее значимыми – легкопереваримые. Наши исследования были направлены как раз на то, чтобы путём кавитационной обработки концентрированных кормов повысить содержание легкопереваримых углеводов в рационе. Анализ химического состава кавитированных зерносмеси и пшеничных отрубей [17] подтвердил ожидаемые результаты.

О положительном эффекте технологии кавитации кормовых средств при введении их в структуру рациона на интенсивность роста молодняка указывает ряд научных работ [18-20].

Учитывая, что кровь играет значимую роль в обмене веществ животных, отображая общее состояние организма, были проведены сравнительные исследования влияния испытуемых рационов на некоторые морфологические и биохимические показатели крови подопытных групп бычков. Они являются одним из критериев оценки полноценности кормления животных и позволяют выявить особенности характера питания.

В числе показателей таких характеристик является содержание в крови гемоглобина и эритроцитов. Было установлено, что, обладая более высокой интенсивностью роста, подопытные бычки, получавшие в одном рационе кавитированную зерносмесь в смеси с монокальцийфосфатом и премиксом, в другом – пшеничные отруби в смеси с премиксом, превосходили базовых сверстников по содержанию эритроцитов на 1,2 % и 5,4 %, и гемоглобина – на 3,3 % и 5,7 % ($P<0,001$) соответственно.

Это говорит о повышенной насыщенности крови кислородом бычков двух опытных групп, а значит, и о более высоком напряжённом обмене веществ, влияющих на интенсивность роста животных. В связи с этим обеспечение дыхательной функции животных зависит от фактора кормления. Чем больше гемоглобина в крови, тем больше она может поглотить и разнести по телу кислорода и тем интенсивнее будет происходить обмен веществ.

Важной составной частью крови являются белки, которые, как известно, играют существенную роль в физиологических процессах организма животного. Если в начале опыта содержание общего белка, альбуминов и глобулиновых фракций в сыворотке крови было примерно одинаковым, то в 18-19 месяцев прослеживается явное влияние характера кормления. Так, бычки I и II опытных групп превосходили ровесников базового варианта по содержанию общего белка на 1,4 ($P<0,01$) и 1,7 % ($P<0,001$), альбуминов – на 2,5; 4,2 % и глобулинов – на 1,21; 1,87 % соответственно.

Наибольшее количество альбуминов в 18-месячном возрасте содержалось в сыворотке крови бычков опытных групп – 29,2-29,7 г/л соответственно, следует добавить, что повышение количества общего белка происходит, в основном, за счёт альбуминовой фракции.

Одним из важнейших компонентов крови является глюкоза, количество которой отражает состояние углеводного обмена в организме. При недостаточном содержании легкоусвояемых кормов в рационе происходит снижение глюкозы в крови (гипогликемия). При завершении исследований нами установлено более высокое насыщение глюкозой крови на 5,0 % ($P<0,05$) в I и 8,3 % ($P<0,05$) II группах по сравнению с животными базового варианта.

Полученные данные свидетельствуют о том, что использование рационов с включением кавитированных концентратов (зерносмесь, пшеничные отруби) усиливает работу кроветворных органов, оказывает положительное влияние на биохимический состав крови, что является признаком интенсивного течения окислительно-восстановительных процессов и более полного усвоения питательных веществ.

Результаты наших исследований согласуются с работами Г.А. Симоняна, Ф.Ф. Хисамутдинова [14], которые указывают, что гематологические показатели крови как мерило обеспеченности организма кислородом и активности аэробных окислительных процессов отражают возможность животных к накоплению массы тела.

Вывод.

Сравнительные данные использования рационов с включением в структуру кавитированных (зерносмесь, пшеничные отруби) и дроблёных концентратов при выращивании молодняка на мясо показали положительное влияние технологии кавитирования на морфологический и биохимический составы крови, характеризующие признаки интенсивного течения окислительно-восстановительных процессов, способствующих более полному усвоению питательных веществ организмом животных.

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

Литература

1. Инновационные подходы при подготовке кормовых средств с применением кавитации / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, К.Ш. Картекенов, Г.К. Дускаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 153-155.

2. Монахов В.Н., Губкина Е.В. Оптимальное управление кавитацией // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2008. Т. 420. № 2. С. 172-175.

3. Быков А.В., Мирошников С.А., Межуева Л.В. К пониманию действия кавитационной обработки на свойства отходов производства // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 12(106). С. 77-80.

4. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительных 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.

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

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

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

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

9. Казарцев В.В., Ратошный А.Н. Унифицированная система биохимического контроля за состоянием обмена веществ коров // Зоотехния. 1986. Вып. 3. С. 323-330.

10. Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Рахимжанова И.А. Связь гематологических показателей крови с продуктивностью бычков при различном содержании ненасыщенных жирных кислот в рационах // Инновационные разработки по импортозамещению в агропромышленном секторе: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Всерос. НИИ мясного скотоводства / под. ред. чл-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 2015. С. 175-179.

11. Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Естефеев Д.В. Влияние комплексного пробиотического препарата на показатели крови откармливаемых бычков. // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 3. С. 61-62.

12. Тагиров Х.Х., Вагапов Ф.Ф., Миронова И.В. Гематологические показатели крови бычков чёрно-пёстрой породы при использовании пробиотической кормовой добавки «Биогумитель» // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 4(78). С. 60-66.

13. Биохимические показатели крови молодняка крупного рогатого скота в высокопродуктивных стадах / В.И. Волгин, Л.В. Романенко, А.С. Бибикова, З.Л. Фёдорова // Успехи современного естествознания. 2009. № 2. С. 75-78.

14. Симонян Г.А., Хисамутдинов Ф.Ф. Ветеринарная гематология. М.: Колос, 1995. 254 с.

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

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

17. Влияние кавитационной обработки концентрированных кормов на поступление и переваримость питательных веществ рациона, при выращивании молодняка крупного рогатого скота / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, К.Ш. Картекенов, И.С. Мирошников, В.И. Корнейченко, И.А. Рахимжанова, А.С. Байков // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 3. С. 66-75.

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

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

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

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. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-79, e-mail: vniims.or@mail.ru

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

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

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

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

Дусаева Хамдия Базлахметовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, тел..: 8(3532)37-24-65, e-mail: ppbt@mail.osu.ru

Поступила в редакцию 23 ноября 2018 года

UDC 636.085.53:636.085.25

Shirnina Nadezhda Mikhailovna[1], Galiyev Bulat Khabuleevich[1], Kartekenov Kanat Sharipovich[1], Miroshnikov Ivan Sergeevich[1], Rakhimzanova Ilmira Agzamovna[2], Baykov Alexey Sergeyevich[2], Dusaeva Khamdiya Bazlakhmetovna[3]

[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

Hematological indicators of calves grown for beef, after use of diets with cavitated concentrates

Summary. Analysis of morphological and biochemical blood parameters of bulls, depending on age and feeding, showed that the use of cavitated grain mixtures and bran in a mixture with a mineral additive has a positive effect on the hematological parameters characterizing the growth rate of animals.

Bulls fed with test rations were superior to animals of the same age from the base group, who had crushed concentrates in the diet structure, in the total protein content in the blood by 1.7 % ($P<0.01$) and 1.4 % ($P<0.001$), albumin and globulins – by 2.5 %; 0.7 % and 1.2; 1.87 % respectively. It indicates a more intense synthesis throughout the body and increased deposition in the body. The glucose content as the main source of energy in the body in the blood of experimental animals of all groups was within the physiological norm, but with a higher saturation by 5.0 % ($P<0.05$) – in I and 8.3 % ($P<0,05$) – in group II compared with animals of the basic diet.

Calcium and phosphorus increased by 1.6 %; 2.4 % and 14.6 %; 31.9 %, respectively, in groups of young animals grown for beef and treated with cavitated concentrates mixed with a mineral additive. Apparently, their transition to highly dispersed fractions as a result of cavitation combined with concentrates contributed to the effectiveness of their biological action.

Key words: bulls, feed diets, blood samples, hematological parameters, cavitated grain mixture, cavitated wheat bran, mineral supplement.

УДК 637.5:636.085.52

Влияние биологических консервантов в составе сенажированных кормов на физико-химические свойства мяса и внутреннего жира-сырца

Х.Х. Тагиров[1,2], Л.А. Зубаирова[1], Н.В. Фисенко[1]

[1]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»

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

Аннотация. В статье представлены результаты изучения физико-химических свойств мякоти туш и жира-сырца бычков чёрно-пёстрой породы при использовании в рационах кормления сенажа из люцерны с применением биологических консервантов Лаксил и Силостан. На начальном этапе эксперимента в одну траншею был заложен корм с применением консерванта Лаксил, во вторую – Силостан и в третью – без консервантов. Бычки контрольной группы в рационе получали сенаж из люцерны, заготовленный без консервантов, а животные I и II опытных групп – соответственно сенаж, консервированный Лаксилом и Силостаном.

Установлено, что удельная масса белка в мякоти туши молодняка всех групп была примерно одинаковой, и увеличение сухого вещества в опытных группах происходило в основном за счёт жира. В мякоти животных опытных групп по сравнению с особями контрольной группы содержалось больше сухого вещества на 1,26-1,64 % (P>0,01-0,001) и жира – на 0,92-1,06 % (P>0,01-0,001). Энергетическая ценность 1 кг мякоти туши опытных животных была выше, чем в контроле на 5,25-6,50 %.

В жировой ткани опытных групп бычков отмечаются высокие показатели йодного числа жира, что обеспечивает их превосходство по физико-химическим свойствам.

Таким образом, проведённые нами исследования показали, что фактор кормления оказал определённое влияние на синтез компонентов мяса. Консервированный сенаж в рационе выращиваемых бычков оказал положительное влияние на качество мяса и жира сырца.

Ключевые слова: бычки, мясо, кормление, сенаж, биологические консерванты**,** Лаксил, Силостан, химический состав мяса, физико-химические свойства жира.

Введение.

В лесостепной зоне Республики Башкортостан основным сырьём для заготовки сенажа из бобовых культур служит люцерна. Известно, что эта бобовая культура отличается высокой питательной ценностью, однако заготовка высококачественного сенажа на её основе может сопровождаться определёнными трудностями [1-3]. В связи с этим в последние годы возрос интерес к использованию биологических консервантов с целью интенсификации процесса созревания сенажа и повышения его качества [4-8].

Исследования, проводимые ранее по применению новых биологических консервантов Лаксил и Силостан, показали, что их внесение при заготовке зелёной массы люцерны на сенаж способствует повышению его питательной ценности на 2,78-5,56 % и в целом оказывает положительное влияние на качество корма [9-11].

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Мякотная часть и жир-сырец, полученные от бычков чёрно-пёстрой породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No, 755 on 12.08.1997 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. Научно-хозяйственный опыт был организован в Чекмагушевском районе Республики Башкортостан в условиях СПК-колхоза «Алга» на бычках (n=45) в возрасте 9 мес., разделённых на 3 группы. При кормлении в состав основного рациона включали сено злаковое, концентрированные корма, кормовую патоку и минеральные добавки. Для всех исследуемых групп животных создавались практически одинаковые условия кормления и содержания. Рацион бычков контрольной группы включал сенаж из люцерны, заготовленный без консервантов, а животных I и II опытных групп – сенаж, консервированный Лаксилом и Силостаном соответственно (табл. 1).

Таблица 1. **Схема экспериментальных исследований**

Группа	Количество голов	Рацион кормления
Контроль	15	Основной рацион (ОР)
I	15	(ОР–сенаж)+сенаж с Лаксилом (1 л на 15 тонн зелёной массы)
II	15	(ОР–сенаж)+сенаж с Силостаном (1 л на 150 тонн зелёной массы)

Биологические консерванты Лаксил и Силосан разработаны ООО НВП «БашИнком» (Республика Башкортостан).

Лаксил – консервант для силосования кормов+пробиотик для животных. Препарат предназначен для усовершенствования технологии заготовки сенажа за счёт содержания в нём молочнокислых бактерий и обогащения корма биологически активными веществами.

Силостан представляет собой размноженную чистую культуру полезных бактерий с концентрацией активных бактерий 100 млн/см^3 и является универсальным консервантом для силосования кормов, в том числе трудносилосуемых культур. Препарат предназначен для подавления нежелательных микробиологических процессов и ускорения консервирования растительной массы.

Оборудование и технические средства. Физико-химические показатели изучались по стандартным методикам: массовую долю влаги в образцах определяли путём высушивания; белка – по методу Кьельдаля; жира – экстрагированием в аппарате Сокслета [12, 13]. Температуру плавления жира и показатель йодного числа жира определяли согласно рекомендациям [12]. Энергетическую ценность продуктов убоя определяли расчётным путём по формуле В.А. Александрова.

Статистическая обработка. Полученные экспериментальные данные обрабатывали методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому. Статистическое сравнение результатов проводилось и с использованием параметрического метода критерия Стьюдента [14].

Результаты исследования.

Для определения полноценности мяса при использовании в кормах биологических консервантов нами проведён анализ химического состава мякоти туш подопытных животных (рис. 1). При этом наши данные согласуются с результатами ранее выполненных работ по повышению питательной и энергетической ценности сенажа, заготовленного с консервантами и трансформации протеина и энергии корма в продукцию [10, 15].

Данные рисунка 1 показывают, что содержание влаги в исследуемых образцах мякотной части туш животных варьируется от 66,64 до 68,28 %. При этом наибольшие показатели влагоёмкости отмечены в мякоти туш бычков контрольной группы. В образцах мяса, полученных от животных I и II опытных групп, влаги содержалось несколько меньше на 1,26 и 1,64 % соответственно.

По содержанию белка исследуемые образцы мякотной части туш отличались незначительно. Так, молодняк контрольной и I опытной групп уступал бычкам II опытной группы на 0,58 и 0,26 %.

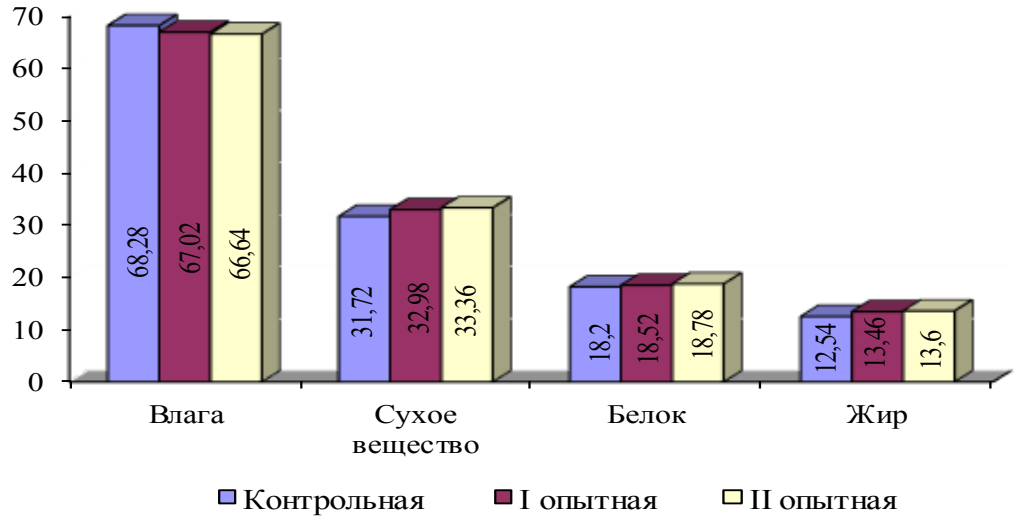


Рис. 1 – Химический состав мякоти туш подопытных бычков, %

По определении содержания жира в исследуемых образцах отмечено, что в мякоти туш опытных групп по сравнению с особями контрольной группы жира содержалось больше на 0,92-1,06 (P>0,01-0,0001).

В рационе человека оптимальным считается соотношение белка и жира, равное 1:1,2. Такое соотношение питательных веществ благоприятно для максимального удовлетворения как пластических, так и энергетических потребностей человека. Однако в последние годы широко обсуждаются вопросы здорового питания, потребления более постного мяса с меньшим содержанием жира. При этом многие учёные считают, что необходимо сохранение доли внутримышечного жира, который способствует лучшей питательности и усвояемости мяса [16].

Исследования показали, что в образцах мяса, полученных от подопытных бычков, достигших 18-месячного возраста, содержание жира колеблется в пределах 12,54-13,60 %, что вполне соответствует требованиям потребителя и перерабатывающей промышленности.

Соотношение белка и жира для мяса контрольной группы составило 1:0,69; для I и II опытных групп – 1:0,73 и 1:0,72 соответственно.

Разница в содержании белка и жира в исследуемых образцах отразилась на показателе энергетической ценности мяса. В сравнительном анализе энергетической ценности 1 кг мякоти отмечено, что мякоть туш молодняка II опытной группы была более калорийной и по расчётным данным превосходила образцы контрольной и I опытной групп на 0,52 МДж (6,50 %) и 0,10 МДж (1,19 %) соответственно.

Оценка химического состава и свойств жира-сырца показала зависимость состава жировой ткани от живой массы животных и особенностей кормления (табл. 2, 3).

Таблица 2. **Химический состав и энергетическая ценность жира-сырца**

Группа молодняка	Массовая доля, %			Энергетическая ценность 1 кг, МДж
	сухого вещества	белка	жира	
Контрольная	82,57±0,52	3,96±0,16	78,61±0,48	31,29
I опытная	83,21±0,46	3,81±0,11	79,40±0,38	31,57
II опытная	83,96±0,78	3,75±0,14	80,21±0,53	31,88

Данные таблицы 2 показывают, что в жире-сырце, полученном от бычков опытных групп, больше содержится сухого вещества и чистого жира. Так, отмечается превосходство образцов, полученных от I и II опытных групп, по сравнению с контрольной на 0,64 и 1,39 % по содержанию сухого вещества и на 0,79 и 1,60 % – по содержанию жира соответственно.

Таблица 3. **Физико-химические свойства жира-сырца**

Группа молодняка	Температура плавления, ºС	Йодное число, % йода
Контрольная	43,53±0,06	27,45±0,13
I опытная	43,03±0,12	28,70±0,09
II опытная	42,86±0,10	28,96±0,04

Пищевое и технологическое значение животных жиров определяется количественным и качественным составом жирных кислот. Известно, чем больше содержание ненасыщенных жирных кислот и ниже температура плавления, тем выше ценность жира.

Исследованиями установлено, что наиболее низкая температура плавления жира наблюдалась в образцах, полученных от бычков II опытной группы. В образцах контрольной и I опытной групп температура жира была выше соответственно на 0,67 и 0,17 °С.

Йодное число жира опытных образцов свидетельствует о превалировании ненасыщенных жирных кислот и повышении его качества.

В образцах, полученных от животных I и II опытных групп, йодное число было выше на 4,55 % и 5,50 %, чем в образце, полученном от контрольных животных.

По энергетической ценности внутренний жир-сырец бычков опытных групп превосходил контрольных на 0,28 и 0,59 МДж.

Обсуждение полученных результатов.

Пищевые достоинства мяса определяются содержанием основных питательных веществ, необходимых для жизни человека, а также вкусовыми качествами. Производство говядины, так остро необходимой для полноценного питания человека, неразрывно связано с обеспечением животных высококачественными кормами. При этом необходимо отметить поиск новых и совершенствование существующих технологий заготовки, хранения и скармливания кормов.

В последние годы всё чаще стали применяться силосные закваски и консерванты для улучшения показателей переваримости питательных веществ и конверсии корма и, как следствие, повышения продуктивности скота. Исследованиями установлено, что применение биоконсервантов при заготовке кормов улучшает их питательную ценность по кормовым единицам, энергии и протеину [2, 17, 18]. По литературным данным ряда исследователей, повышение полноценности рационов путём использования кормов с высоким содержанием протеина способствует улучшению показателей мясной продуктивности и качества мяса [19, 20].

Исследования, проводимые на лактирующих коровах, показали положительные результаты введения консерванта Биотроф в сенаж и использования данного корма в рационах. Использование сенажного корма с биоконсервантом способствовало увеличению молочной продуктивности, прибыли и рентабельности производства молока [21].

По результатам наших исследований отмечено положительное влияние на качественные характеристики говядины скармливания рационов, содержащих биологические консерванты в сенажированных кормах.

Выводы.

Таким образом, использование Лаксила и Силостана в качестве новых консервантов при сенажировании зелёной массы люцерны в условиях Республики Башкортостан является целесообразным.

Результаты проведённых исследований показали, что введение в рационы бычков сенажа, заготовленного с консервантами Лаксил и Силостан, способствует увеличению в мякоти сухого вещества на 1,26-1,64 % (P>0,01-0,001) и жира – на 0,92-1,06 (P>0,01-0,001). Энергетическая цен-

ность 1 кг мякоти туши опытных животных повышается на 0,42-0,52 МДж (5,25-6,50 %). В жировой ткани опытных групп бычков отмечаются высокие показатели йодного числа, что обеспечивает их превосходство по физико-химическим свойствам.

Установлено, что по основным качественным показателям мяса и жира отмечается превосходство бычков, получавших сенаж из люцерны, консервированный препаратом Силостан.

Литература

1. Гайсин Р.Р. Эффективность использования в кормлении бычков сенажа из люцерны с биоконсервантом «Биотроф» // Инновационные технологии увеличения производства высококачественной продукции животноводства: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. ин-та животноводства Тадж. академии с.-х. наук совместно с ФГБОУ ВО БашГАУ (18-19 октября 2018 г.). Душанбе: «ЭР-граф», 2018. С. 544-546.

2. Заготовка, хранение и выемка силоса и сенажа из бобовых культур / Б.Г. Шарифянов, Х.С. Хазиахметов, А.Т. Набиев, В.М. Ханнанов // Актуальные проблемы и пути развития животноводства: материалы Всерос. науч.-практ. конф. в честь 75-летия основания кафедры физиологии и биохимии животных, памяти профессора П.Я. Гущина. Уфа, 2009. С. 246-250.

3. Лысов Ю.А. Эффективность использования биопрепарата для консервирования сенажа «Биотроф» в кормлении коров // Инновационные технологии увеличения производства высококачественной продукции животноводства: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. ин-та животноводства Тадж. академии с.-х. наук совместно с ФГБОУ ВО БашГАУ (18-19 октября 2018 г.). Душанбе: «ЭР-граф», 2018. С. 559-562.

4. Галлямов Ф.Н., Шавалеев Р.Р. Особенности заготовки силоса с применением консервантов // Российский электронный научный журнал. 2015. № 3(17). С. 5-18.

5. Влияние различных консервантов на химический состав и качество готового корма / М.Г. Маликова, Ф.М. Шагалиев, А.Р. Фархутдинова, М.Т. Сабитов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2018. № 1. С. 43-49.

6. Башаров А.А., Кузнецов И.Ю. Оценка качества люцернового сенажа при традиционном применении отечественных биозаквасок // Наука и молодежь: новые идеи и решения в АПК: сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф. с междунар. участием. Иваново, 2016. С. 188-192.

7. Методические рекомендации по использованию пробиотических, энергетических, витаминных и минеральных добавок в кормлении сельскохозяйственных животных / И.В. Миронова, Х.Х. Тагиров, Г.М. Долженкова и др. Уфа: ФГБОУ ВО БашГАУ, 2016. 136 с.

8. Диетические корма, ароматические и вкусовые добавки при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных: практ. руководство. Уфа, 2006. 36 с.

9. Мясная продуктивность бычков при включении в рацион сенажа с биологическими консервантами / Р.С. Исхаков, Р.Р. Муллаянов, Н.В. Фисенко, Р.А. Гайсина, Н.Н. Ахметгареева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4(66). С. 165-168.

10. Тагиров Х.Х., Фисенко Н.В. Качество и кормовое достоинство сенажа из люцерны с использованием консервантов Лаксил и Силостан // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 166-170.

11. Тагиров Х.Х., Исхаков Р.С., Фисенко Н.В. Гематологические и биохимические показатели при скармливании бычкам сенажа, консервированного силостаном и лаксилом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. Т. 3. № 1. С. 54-58.

12. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 376 с.

13. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учеб. пособие / Х.Х. Тагиров, М.Б. Ребезов, Б.К. Асенова и др. Алматы, 2015. 215 с.

14. Плохинский Н.А. Математические методы в биологии: учеб.-метод. пособие. М., 1978. 265 с.

15. Фисенко Н.В. Трансформация протеина и энергии рационов в мясную продукцию при скармливании бычкам сенажа с биологическими консервантами // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. Т. 3. № 2. С. 62-66.

16. Теория и практика переработки мяса / А.Б. Лисицын, Н.Н. Липатов, Л.С. Кудряшов и др. М.: ВНИИМП, 2004. 378 с.

17. Ларина Н.А., Прокопьев В.Г. Эффективность заготовки силоса с консервантом биотроф и его использования в рационах сухостойных коров // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 9. С. 42-43.

18. Забашта Н.Н., Головко Е.Н. Органические корма с биоконсервантами «Биовет-закваска» и «Биотроф» для продуктивного молодняка крупного рогатого скота // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. 2017. Т. 6. № 2. С. 163-168.

19. Левахин В.И., Ажмулдинов Е.А., Ибраев А.С. Мясная продуктивность и качество продуктов убоя бычков в зависимости от состава и полноценности рационов // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 9. С. 49-51.

20. Яушев Р.Р., Титов М.Г. Мясная продуктивность бычков симментальской породы при скармливании кормов из различных бобовых культур // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. [Электронный ресурс] url: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=10711.

21. Кинсфатор О.А., Коннова И.Ю. Эффективность использования консерванта «Биотроф 111» при заготовке сенажа в пленочной упаковке в кормлении лактирующих коров // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2017. № 2(43). С. 129-135.

Тагиров Хамит Харисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой технологии мясных, молочных продуктов и химии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» 450001, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, 34; главный научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-905-003-99-27, e-mail: tagirov-57@mail.ru

Зубаирова Лилия Альбертовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, 34, тел.: 8-996-404-01-49, e-mail: lilija14@mail.ru

Фисенко Наталья Викторовна, аспирант кафедры технологии мясных, молочных продуктов и химии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, 34, e-mail: vet-bnk@mail.ru

Поступила в редакцию 13 ноября 2018 года

UDC 637.5:636.085.52

Tagirov Khamit Kharisovich[1,2], Zubairova Lilia Albertovna[2], Fisenko Natalya Viktorovna[1]

[1] FSBEI HE «Bashkir State Agricultural University», e-mail: tagirov-57@mail.ru

[2] FSBSI «Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotehnologies of the Russian Academy of Scienses» e-mail: vniims.or@mail.ru

Effect of biological conservants included in the haylage on physico-chemical properties of meat and internal raw fat

Summary: The article presents the results of the study of physicochemical properties of carcasses flesh and raw fat of the Black-and-White bulls when alfalfa senage is used in the diet with application of biological conservants Laksil and Silostan. At the initial stage of experiment, the fodder with Laksil was placed in one pit, in the second – with Silostan and in the third – without conservants. Bulls of the control

group received alfalfa haylage prepared without conservants and animals of experimental Groups I and II, respectively, haylage preserved by Laksil and Silostan.

It was established that the specific weight of protein in the flesh of young stock carcasses of all groups was approximately the same, and increase in dry matter in the experimental groups was mainly due to fat. Flesh of animal from experimental groups compared with those of the control group includes more dry matter by 1.26-1.64 % (P>0.01-0.001) and fat – by 0.92-1.06 % (P>0.01-0.001). The energy value of 1 kg of carcass meat of experimental animals was higher than in the control by 5.25-6.50 %.

Fat tissue of the experimental groups of bulls was characterized by high indices of fat iodine number which ensures their superiority in physicochemical properties.

Thus, our studies have revealed that feeding factor had a certain effect on the meat components synthesis. Conserved haylage in the diet of bred bulls had a positive effect on the quality of meat and raw fat.

Key words: bulls, meat, feeding, haylage, biological conservants, Laksil, Silostan, meat chemical composition, physical and chemical properties of fat.

УДК 636.085.25

Переваривание питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта в зависимости от качества протеина в рационе у телят

С.В. Лебедев[1,2], О.В. Кван[1,2], Е.В. Шейда[1,2], И.В. Маркова[1], И.З. Губайдуллина[1], В.В. Гречкина[1,3], В.Л. Королёв[1]

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследований влияния различных по ингредиентному составу кормов на переваримость основных питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта у животных. Получены новые знания благодаря хирургической операции по наложению дуоденального анастомоза, позволяющего собирать в период опыта химус и изучать его при изменяющемся составе рациона. Установлено, что включение в состав рациона кормов животного происхождения стимулирует переваримость органического вещества в желудке. Перевод на подсолнечный шрот сопровождался увеличением переваримости жира и БЭВ в кишечнике и снижением протеина.

Таким образом, проведённые исследования демонстрируют наличие адаптационных механизмов в пищеварительной системе жвачных животных на изменяющийся состав корма, проявляющийся характером взаимодействия и взаимодополняемости большого числа компонентов кормов и оптимизацией соотношения отдельных питательных веществ. Введение в рацион кормления растущего молодняка крупного рогатого скота качественного источника протеина способствовало повышению потребления, улучшению переваримости и усвояемости питательных веществ рационов.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, телята, кормление телят, протеин, обмен веществ, переваримость, белки, углеводы, жиры.

Введение.

Переваримость питательных веществ корма – один из критериев оценки, позволяющий определить биологическую ценность, продуктивное действие кормов и эффективность производства мяса [1]. Входящие в химический состав корма белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные вещества участвуют в химических реакциях как катализаторы и при этом создают оптимальную среду для активизации действия ферментов и гормонов при расщеплении и всасывании питательных веществ корма. В зависимости от качества кормов и их биологической ценности организм животного адаптируется, мобилизуя ферментативную систему для перевода корма в более простые, растворимые соединения, которые всасываются организмом и используются затем для синтеза составных частей тела. У крупного рогатого скота пищеварительная система, благодаря наличию собственной микрофлоры, производит дополнительно за сутки около 100 г полноценного белка [2].

Из имеющихся немногочисленных исследований известно, что переваривание питательных веществ в различных участках пищеварительного тракта происходит неравномерно, может изменяться под воздействием ряда факторов и, в первую очередь, в зависимости от размера и структуры рационов.

Так, например, установлено, что рационы, содержащие большое количество грубых кормов, перевариваются у жвачных в основном в желудке и значительно меньшая часть переваривается в кишечнике [3].

Замена в рационе части грубых кормов сочными заметно изменяет соотношение переваривания питательных веществ в желудке и кишечнике. При этом резко увеличивается переваривание и всасывание сухих веществ в кишечнике [4].

При использовании таких рационов наблюдается более равномерное распределение процессов переваривания питательных веществ в желудке и кишечнике. В результате такого равномерного распределения нагрузки коэффициент переваримости питательных веществ повышается.

В нашем опыте изучению переваримости питательных веществ рационов подопытными животными отводилась определённая роль, поскольку это позволяло определить влияние рациона с различным по качеству протеином на весь процесс пищеварения и усвоение компонентов кормов у крупного рогатого скота.

Цель исследования.

Изучить переваривание питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта в зависимости от качества протеина в рационе у телят.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Телята казахской белоголовой породы со средней массой 110-120 кг, в возрасте 6 мес.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1997 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. 2 телёнка содержались в специализированной клетке со свободным доступом к воде и корму. Основной рацион (ОР) был сбалансирован по базовым питательным веществам согласно детализированным нормам ВНИИМС. Рацион включал силос кукурузный (5 кг), сено разнотравное (0,5 кг), смесь концентратов (2,3 кг), дикальцийфосфат (35 г), соль поваренная (5 г). В зависимости от периода опыта животным 0,5 кг концентратов заменяли на исследуемые корма.

Наряду с изучением влияния количества и качества протеина на переваримость питательных веществ, рост и развитие подопытных животных, мы поставили перед собой задачу изучить процессы пищеварения в различных участках желудочно-кишечного тракта при изменении ингредиентного состава корма.

Для этого была проведена оригинальная операция по наложению дуоденального анастомоза по методике, разработанной А.Д. Синещёковым [5]. К фистуле из изолированного отрезка прикрепляли с помощью специального резинового переходника шприц для сбора химуса 12-перстной кишки. Физиологический опыт начинали утром, отбор химуса и кала проводили утром натощак после 12-часового голодания.

Животному первого учётного периода (контрольный) в рацион были введены корма животного происхождения (рыбная мука), после истечения 3 суток животное перевели на второй учётный период (опытный), где рыбную муку (0,5 кг) заменяли на подсолнечный шрот. Для соблюдения статистической выборки проводилась повторность учётных периодов на каждом животном в течение 3 суток по каждому периоду.

Отбор образцов химуса и кала проводился за период 6 часов после кормления в течение 3-х суток.

Оборудование и технические средства. Исследования проводили в лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН) и экспериментальной биологической клинике ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет».

Химический состав биосубстратов определялся по стандартизированным методикам (ГОСТ 31640-2012, ГОСТ 32044.1.2012, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ Р 53642-2009) в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Статистическая обработка. Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США) с использованием методик ANOVA. Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на $P<0,05$.

Результаты исследования.

В наших опытах, проведённых на рационах с различным качеством протеина, равномерное распределение процессов переваривания питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта наблюдалось при скармливании животному рациона с биологически полноценным протеином (табл. 1).

Таблица 1. **Переваривание питательных веществ в желудке и кишечнике животного по периодам физиологического опыта, %**

Показатели	Переварено в желудке от принятого с кормом		Переварено в кишечнике от поступившего с химусом	
	период эксперимента			
	контрольный	опытный	контрольный	опытный
Сухое вещество	43,1±2,1	37,0±2,8*	57,1±4,8	54,1±4,3
Зола	-	-	66,6±7,4	62,8±2,4
Органическое вещество	52,3±4,2	47,6±3,4*	54,2±4,7	51,5±3,2
Протеин	-	1,9±0,3	80,8±9,2	64,80±5,8*
Жир	44,6±3,1	-	79,4±8,4	90,2±5,9*
Клетчатка	79,7±6,2	75,3±4,9	-	-
БЭВ	64,9±5,2	54,4±4,3*	40,4±3,6	51,7±3,1*

Примечание: * – $P\leq0,05$ при сравнении показателей I и II учётного периодов

Так, в I периоде сухих веществ, принятых животным с кормом, в желудке переварилось 43,1 %, а в кишечнике из поступивших с химусом – 57,1 %. Ещё меньшая разница наблюдается в переваривании органических веществ.

Процентное количество переваренных органических веществ в желудке и кишечнике во II периоде было меньше на 8,9 и 5,0 % соответственно. Также во II периоде переваримость сухих и органических веществ в желудке была значительно ниже, чем в кишечнике. В частности, переваримость протеина в кишечнике в I периоде увеличилась на 19,9 %, что является компенсацией за низкую переваримость в желудке.

Обсуждение полученных результатов.

Известно, что переваривание питательных веществ в различных участках пищеварительного тракта происходит неравномерно и может изменяться под воздействием ряда факторов и, в первую очередь, в зависимости от размера и структуры рационов [6, 7].

Переваривание питательных веществ из рационов в различных отделах желудочно-кишечного тракта происходит не одинаково. От 20,3 до 43,1 % сухих веществ переваривается в верхнем отделе желудочно-кишечного тракта, а остальная часть (54,1-60,1 %) – в кишечнике. Несколько большая часть органических веществ переваривается в нижнем отделе желудочно-кишечного тракта, а степень переваривания безазотистых экстрактивных веществ примерно одинакова в обеих подразделяемых частях желудочно-кишечного тракта. Минеральные соли всасываются в кишечнике. Основным местом переваривания и всасывания клетчатки является верхний отдел желудочно-кишечного тракта. Основная масса жира усваивается в кишечнике.

Только при кормлении полноценными рационами с оптимальным соотношением грубых кормов с сочными наблюдается более равномерное распределение процессов переваривания питательных веществ в желудке и кишечнике. В результате такого равномерного распределения нагрузки коэффициенты переваримости питательных веществ повышаются [8]. В проведённом нами исследовании замена протеина животного происхождения на менее доступный сопровождается снижением переваримости сухого вещества, протеина на фоне увеличения переваримости в химусе жира и БЭВ на 2 % и 22,7 %.

Для нормального процесса пищеварения недостающее количество азотистых веществ животное восполняет за счёт собственных белков тела, в результате чего усиливается выделение обменного азота [9]. Следовательно, при широком белковом отношении в рационе оптимальное содержание азота в кишечном химусе достигается при увеличенном выделении белков с пищеварительными соками. Введение в рацион кормления животных качественного источника протеина способствовало повышению потребления, улучшению переваримости и усвояемости питательных веществ рационов [10].

В наших опытах равномерное распределение процессов переваривания питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта и более высокие коэффициенты переваримости наблюдались при скармливании животному рациона с биологически полноценным протеином, что доказывает наличие процессов регуляции за счёт сложнорефлекторных и нейрогуморальных механизмов адаптации панкреатической системы к качеству принимаемого корма [11].

Выводы.

Проведённые исследования демонстрируют наличие адаптационных механизмов в пищеварительной системе жвачных животных на изменяющийся состав корма, проявляющийся характером взаимодействия и взаимодополняемости большого числа компонентов кормов и оптимизацией соотношения отдельных питательных веществ. В частности, замена протеина животного происхождения на менее доступный сопровождается снижением переваримости сухого вещества, протеина на фоне увеличения переваримости в химусе жира и БЭВ на 2 % и 22,7 %.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0031)

Литература

1. Совершенствование бестужевского и чёрно-пёстрого скота на Южном Урале / А.М. Белоусов, В.И. Косилов, Р.С. Юсупов, Х.Х. Тагиров. Оренбург: Оренбургская губерния, 2004. 168 с.

2. Газдаров В.М., Нечипуренко Л.И. Физиолого-биохимические аспекты действия ферментных добавок в организме сельскохозяйственных животных // Тезисы докладов и сообщений II Всесоюзного совещания по применению ферментных препаратов в животноводстве. Львов, 1979. С. 8-9.

3. Ездаков Н.В. Применение ферментных препаратов в животноводстве. М.: Колос, 1979. 210 с.

4. Калунянц К.А., Ездаков Н.В., Пивняк И.Г. Ферменты в животноводстве. М.: Россельхозиздат, 1974. 56 с.

5. Синещёков А.Д. Процессы питания и нервная регуляция их у сельскохозяйственных животных // Тезисы докладов VIII Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков, фармакологов. М., 1955. 736 с.

6. Роль углеводов в процессе пищеварения жвачных животных (обзор) / Г.И. Левахин, Г.К. Дускаев, А.С. Ферапонтова, А.А. Овчинников, И.Н. Миколайчик // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 92-95.

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

8. Левахин Г.И., Дускаев Г.К. Рубцовое пищеварение молодняка крупного рогатого скота под влиянием различных факторов кормления: монография. Оренбург: Изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2018. 202 с.

9. Попов Н.Ф. Важные исследования по особенностям пищеварения и обмена веществ у жвачных // Животноводство. 1963. № 3. С. 21-24.

10. Шамсиев М.А. Влияние различного соотношения протеина и легкопереваримых углеводов в рационах на усвоение питательных веществ у коров: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1964. 22 с.

11. Фисинин В.И., Вертипрахов В.Г., Грозина А.А. Внешнесекреторная функция поджелудочной железы кур (gallusgallusl.) в зависимости от ингредиентов рациона // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 811-819.

Лебедев Святослав Валерьевич, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; профессор кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, сот.: 8-912-345-87-38, e-mail: lsv74@list.ru

Кван Ольга Вилорьевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», г. Оренбург, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; научный сотрудник экспериментально-биологической клиники ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, тел.: 8-912-345-87-38, e-mail: kwan111@yandex.ru

Шейда Елена Владимировна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; научный сотрудник экспериментально-биологической клиники ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, сот.: 8-922-862-64-02, e-mail: elena-shejjda@mail.ru

Маркова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-961-047-40-26, e-mail: irinazzz88@yandex.ru

Губайдуллина Ильмира Закиевна, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000 г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, сот.: 8-912-843-10-69, e-mail: gubaidullinae@mail.ru

Гречкина Виктория Владимировна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; доцент кафедры незаразных болезней животных ФБГОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. Челюскинцев 18, тел.: 8-922-877-14-97, e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

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

Поступила в редакцию 8 ноября 2018 года

UDC 636.085.25

Lebedev Svyatoslav Valeryevich[1,2], Kvan Olga Vilorievna[1,2], Sheyda Elena Vladimirovna[1,2], Markova Irina Viktorovna[1], Gubaidullina Ilmira Zakievna[1], Grechkina Victoria Vladimirovna[1,3], Korolyov Vladimir Leontyevich[1]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: lsv74@list.ru

[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»*, e-mail: kwan111@yandex.ru

[3] *FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,* e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

Digestion of nutrients in different sections of the gastrointestinal tract depending on protein quality in the calves diet

Summary. The article presents the results of studies of the effect of fodders with different ingredients composition on main nutrients digestibility in different parts of the animals gastrointestinal tract. New information was obtained due to surgery to impose a duodenal anastomosis allowing to collect chyme and study it with a changing diet composition during the experiment. It was established that inclusion in the diet of animal feed stimulates the digestibility of organic matter in the stomach. The transfer to the subsolar meal was accompanied by an increase in the digestibility of fat and nitrogen-free extractive substances in the intestine and decrease in the protein.

Thus, performed studies revealed the presence of adaptation mechanisms in the ruminants digestive system for varying fodder composition expressed by the nature of interaction and complementarity of a large number of fodder components and by optimizing the ratio of individual nutrients. Introduction of a qualitative protein source into the diet of growing young cattle raised the consumption, improved digestibility and accessibility of rations nutrients.

Key words: beef cattle, calves, calf feeding, protein, metabolism, digestibility, proteic substances, carbohydrates, fats.

УДК 636.085.57:591.11

Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров

А.Н. Маслюк[1], М.А. Токарева[2]

[1] ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»

[2] ООО «Компания Агророс»

Аннотация. При высокой продуктивности коров возрастает роль «проходного» нерасщепляемого в рубце протеина. Увеличить его долю можно, обогатив рацион высокобелковыми добавками, имеющими высокую степень «защиты» протеина от микроорганизмов рубца. Целью работы являлось обоснование оптимизации рационов питания высокопродуктивных коров за счёт выравнивания баланса расщепляемого и нерасщепляемого «проходного» протеина и качества клетчатки. Для достижения поставленных задач был проведён производственный опыт на высокопродуктивных голштинизированных коровах-первотёлках периода раздоя. Оптимизация рациона, использование белковой кормовой добавки Оптимус с высокой долей нерасщепляемого протеина (84 %) в рационах коров позволили привести в соответствие с требованиями наиболее значимые показатели питательности: сухое вещество, сырой протеин, расщепляемый и нерасщепляемый протеин, качество клетчатки (соотношение КДК и НДК). Оптимизация рациона способствовала изменению его структуры, в результате количество концентрированных кормов снизилось до 36,9 % по сухому веществу рациона против 43,8 %. Это способствовало удешевлению рациона, увеличению среднесуточных удоев в первые 100 дней лактации и соответственно за всю лактацию; разница с контролем составила 1287 кг (19,5 %). Повышение содержания жира и белка в молоке опытных коров увеличило выход молочного жира и белка в первые 100 дней лактации на 18,6 кг (22,9 %) и 13,5 кг (20,3 %) соответственно. При оптимизации рациона по качеству протеина и клетчатки увеличилась поедаемость рациона; период лактации сократился на 6 дней. Биохимические показатели крови соответствовали норме.

Ключевые слова: коровы, кормление, белковая добавка, нерасщепляемый протеин, молочная продуктивность, структура рациона, биохимия крови.

Введение.

Высокопродуктивным коровам в период раздоя часто не хватает микробиального протеина для обеспечения оптимальной продуктивности, поскольку с рационом поступает недостаточное количество энергии. В этом случае нужно увеличить долю протеина, который не преобразуется в рубце, но расщепляется в сычуге и тонком кишечнике с помощью ферментов [1-3]. Как правило, для выравнивания баланса расщепляемого и нерасщепляемого протеина прибегают к различным способам защиты протеина – физические и химические воздействия на корма, подбор кормовых ингредиентов с учётом доступности протеина для микроорганизмов [4-9].

Интенсивность синтеза микробного протеина зависит не только от наличия азота в содержимом пищеварительного тракта, но и от поступившего количества энергии, витаминов, макро- и микроэлементов. В свою очередь энергетическая составляющая рациона может изменяться в зависимости от содержания и качества растительной клетчатки. Нейтрально детергентная клетчатка (НДК) имеет отрицательную связь с потреблением сухого вещества рациона и переваримостью грубых кормов [10].

Цель исследования.

Обоснование оптимизации рационов питания высокопродуктивных коров за счёт выравнивания баланса расщепляемого и нерасщепляемого «проходного» протеина и качества клетчатки.

В задачи входило: оптимизация рациона в соответствии с высокой продуктивностью коров-первотёлок, определение влияния качества рациона на показатели молочной продуктивности (удой, содержание жира, белка, соматических клеток в молоке), оценка влияния повышения качества рациона на биохимические показатели крови.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Коровы-первотёлки голштинской породы в возрасте начала первой лактации 25 месяцев, живая масса – 580 кг, потенциал продуктивности – 10 тыс. кг молока за лактацию. Рационы кормления животных. Белковая добавка Оптимус.

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. Производственный опыт был осуществлён на базе одного из ведущих молочных комплексов Свердловской области ЗАО «Агрофирма «Патруши» в 2016-2017 годах. Контрольная и опытная группы животных были сбалансированы с учётом традиционных показателей: породы, возраста, живой массы и потенциала продуктивности. Количество животных в группах было одинаковым (n=140 гол.). Содержание коров – беспривязное, групповое, с применением полнорационных кормовых смесей. В состав рациона входили следующие корма: комбикорм КК-60-24, зерносмесь (пшеница, ячмень, жмых, рапс+лён), силос (кукурузный, злаково-клеверный, однолетних трав), пивная дробина.

Структура рациона коров контрольной группы соответствовала концентратному типу с долей объёмистых кормов, равной 50 % (рис. 1).

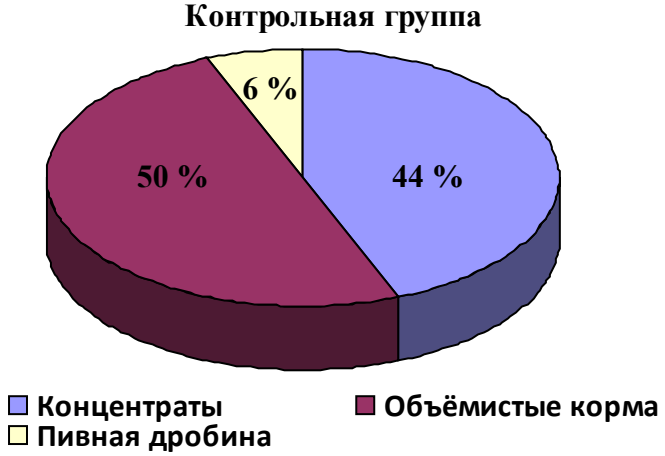


Рис. 1 – Структура рациона коров контрольной группы, % от сухого вещества

В кормлении животных опытной группы в начале лактации в течение 75 дней (15-90 дни лактации) применяли оптимизированный рацион, в состав которого была включена белковая добавка Оптимус в количестве 2 кг.

Кормовая добавка Оптимус (ООО «Компания Агророс») предназначена для повышения эффективности использования протеина и энергии в рационах дойных коров. Она классифицируется как биологически активная добавка, в состав которой входят: специальный состав шротов (соевый, льняной, кукурузный, рапсовый), комбинация танинов, ферментов, пробиотиков и фитобиотиков, способствующих защите протеина от распада в рубце, витаминов, хелатные формы микроэлементов и адсорбент микотоксинов. Производится на комбикормовом заводе КХП им. Григоровича (Союзпищепром), г. Челябинск по заказу разработчика ООО «Компания Агророс». Дозировка

рассчитывается при составлении рецепта и зависит от показателей питательности основных кормов в хозяйстве. Энергетическая ценность добавки составляет 11,8 МДж, уровень нерасщепляемого протеина (PDIA) равен 24,1 %.

Контроль продуктивных показателей осуществлялся по средним показателям животных в группе. Учёт поедаемости кормов, взятие проб молока осуществлялись в соответствии с действующими методическими установками [11].

Для контроля эффективности оптимизации питания от 5 голов опытной группы были взяты образцы крови (до скармливания оптимизированного рациона и в конце периода – 90-й день). Кровь для биохимических анализов отбирали утром до кормления из ярёмной вены. Биохимический анализ крови проводили согласно рекомендациям клинической лабораторной диагностики [12].

Оборудование и технические средства. Химический анализ кормов хозяйства проводился в лаборатории BLGG AgroXpertus (г. Москва). Структура рациона опытных животных была оптимизирована с учётом всех показателей по французской программе расчётов рационов «Chorus 4.0». Биохимические анализы крови проводились в ФГБНУ УрНИВИ (г. Екатеринбург). Количество соматических клеток в молоке коров оценивали по ГОСТ Р 54761-2011, массовую долю жира – по ГОСТ 5867-90, белка – по ГОСТ 23327-98, содержание мочевины – по ГОСТ Р 55282-2012 в лаборатории молочного комплекса.

Статистическая обработка. Статистическая обработка проведена стандартными методами вариационной статистики с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Оценку статистической значимости различий между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента [13].

Результаты исследования.

При оптимизации рациона опытных коров были учтены рекомендации по кормлению Dairy NRC от 2001 г. для голштинизированного скота.

Введение белковой добавки взамен части комбикорма позволило изменить структуру рациона опытных животных (рис. 2).

Рис. 2 – Структура рациона коров опытной группы, в % по сухому веществу

Немаловажно, что количество концентрированных кормов в опытном рационе снизилось с 43,8 % до 36,9 % по сухому веществу рациона, а доля нерасщепляемого протеина в рационе приведена к норме (табл. 1).

Сравнивая рационы коров контрольной и опытной групп, следует отметить, что в хозяйственном рационе контрольных коров в период раздоя наблюдалось несоответствие рекомендуемым нормам для голштинизированных коров по таким показателям как: сухое вещество, сырой и нерасщепляемый протеин, кальций и фосфор, уровень кислотно- и нейтрально-детергентной клетчатки.

Таблица 1. **Основные показатели питательности рационов коров в период опыта**

Показатель	Норма Dairy NRC	Контроль	Отклонение, %	Опыт	Отклонение, %
ОЭ, МДж/кг СВ	10,3-11,3	11,0	-	11,0	-
Сухое вещество (СВ), кг	19,8	24,8	+25,3	21,6	+9,1
Сухое вещество, %	40-45	45,7	-	40,8	-
Сырой протеин, г/СВ	3017	3918,0	+29,9	3304,0	+9,5
PDIA, г Нерасщепляемый протеин	min 30-35 % от СП	856 (21,85 % от СП)	-8,15	1146 (34,7 % от СП)	-
Сырая клетчатка, % от СВ	17-18	17,4	-	18,0	-
КДК, %	19-21	37,9	+80,0	21,0	-
НДК, %	28-33	20,1	-	34,0	-
Сырой жир, % от СВ	4-6	4,2	-	4,0	-
Крахмал итого, % от СВ	21-28	22,0	-	22,5	-
Быстрый крахмал, г		17,3		18,9	-
Медленный крахмал, г		1,9		1,6	-
Сахар, г	1188	1066,0	-10,3	1188,0	0,0
Кальций, г	117	186,0	+58,9	114,0	-2,6
Фосфор, г	78	130,0	+66,6	75,0	-3,8

Оптимизируя рацион, была также изменена структура объёмистых кормов. В контрольном рационе соотношение травянистых кормов было следующим (% от сухого вещества): силос кукурузный – 15 %, силос злаково-клеверный – 54 %, силос однолетних трав – 31 %. В рационе опытных коров это соотношение было соответственно 21:42:37. Это позволило нормировать такие показатели, как КДК и НДК. В опытном рационе была снижена разница отклонения сухого вещества от рекомендуемого значения (нормы), показатель составил 19,8 кг на голову в сутки. Таким образом вероятность неполной поедаемости кормов рациона коровами опытной группы была снижена; до начала испытаний остатки на кормовом столе контрольной группы составляли порядка 8 %, при оптимизации рациона они составили не более 5 %.

В рационе опытной группы было сокращено количество переваримого протеина и увеличено количество нерасщепляемого протеина на 12,8 %, в результате этот показатель составил 34,7 % от сырого протеина. Несмотря на снижение поступления сырого протеина с кормом на 614 г в рационе опытной группы, на производство молочного белка было направлено больше нерасщепляемого протеина на 290 г (18 относительных процента), что позволяет нам предположить дополнительные литры молока.

Показатели молочной продуктивности и состав молока первотёлок за опытный период (табл. 2).

Таблица 2. **Количественные и качественные показатели молочной продуктивности**

Показатель	Дни лактации			
	30-й		90-й	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Среднесуточный удой по группе, кг	24,3	25,5	29,5	28,1
Жир, %	3,65	3,65	4,14	4,02
Белок, %	3,13	3,13	3,18	3,23
Соматические клетки, тыс./мл	283	298	273	302
Уровень мочевины, мг/100 мл (норматив 25-35)	23,2	22,7	28,5	23,0

В конце учётного периода среднесуточные удои в опытной группе коров превосходили контрольное значение на 4,9 % (1,4 кг), жирность молока в среднем по группе была выше на 2,9 относительных процента в конце периода. В то же время содержание белка в молоке коров контрольной группы превосходило таковое значение в опытной на 1,5 относительных процента (в абсолютном значении – на 0,05 %). Уровень соматических клеток в молоке опытных животных к концу опыта снизился до 273 тыс./мл, а в контрольной группе их количество выросло. На начальной стадии раздоя концентрация мочевины в молоке коров опытной и контрольной групп была ниже нормативного порога на 7,2 % и 9,2 % соответственно.

За первые 100 дней лактации от опытных коров в среднем было надоено молока с фактической жирностью 3,93 % на 21 % (443 кг) больше, чем в контрольной, а молочного жира и белка получено больше на 22,9 % (18,6 кг) и 20,3 % (13,5 кг) соответственно (рис. 3).

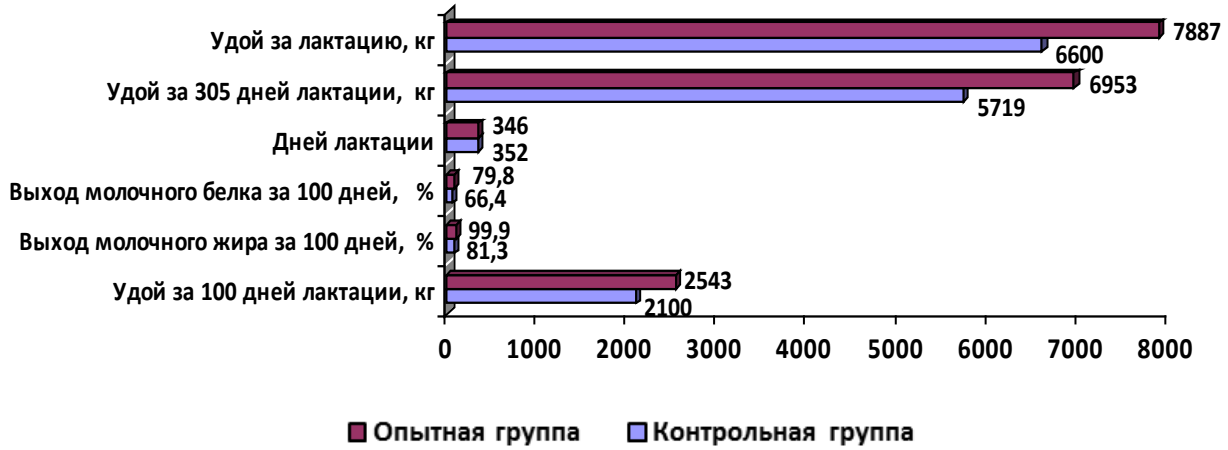


Рис. 3 – Молочная продуктивность подопытных коров

За 305 дней лактации у коров опытной группы удой превосходил аналогичный показатель на 21,5 % (1234 кг). Разница в продуктивности за всю лактацию составила 1287 кг или 19,5 %. Также у коров-первотёлок опытной группы лактация в среднем была менее продолжительной, разница составила 6 дней.

С целью изучения влияния полноценности кормления на физиологическое состояние животных проведён биохимический анализ крови коров. Данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Биохимические показатели крови до и после оптимизации рациона, ($X_{ср}$±S_x)**

Показатели	До начала опыта	В конце учётного периода	Норма
Общий белок, г/л	70,6±0,61	80,14±1,50***	60-80
Альбумины, г/л	31,64±0,77	35,8±1,10*	18-46
Глобулины, г/л	35,28±0,99	44,34±2,12***	38-53
Креатинин, мкмоль/л	94,72±4,53	94,8±3,70	88-176
Мочевина, ммоль/л	3,32±0,22	3,72±0,07	3,3-5,0
АСТ, ед/л	162,6±47,2	163,8±40,26	93-141
АЛТ ед/л	73,2±1,69	74±2,47	45-70

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

Результаты исследований крови показали, что содержание общего белка крови находится в пределах физиологических норм. Нормирование нерасщепляемого протеина обусловило достоверное увеличение общего белка крови на 11,8 %. Аналогично увеличилось количество альбуминовой и глобулиновой фракций белка на 11,6 % и 20,5 % соответственно.

Показатель креатинин по результатам эксперимента остался без изменения и находился в пределах нормы. Показатель содержания мочевины в крови свидетельствует об оптимальном балансе белка (протеина), особенно расщепляемого и нерасщепляемого, и ферментированных углеводов. При избытке белка в корме происходит усиление синтеза мочевины в организме. Поэтому очень важно контролировать и соблюдать соотношение расщепляемого и нерасщепляемого протеина, поступающих с кормами. В нашем опыте данный показатель повысился незначительно, на 0,4 ммоль/л (12 %), но остался в пределах нормы.

При увеличении продуктивности, повышении активности органов пищеварительного тракта, как правило, наблюдается увеличение таких показателей, как АСТ и АЛТ [14]. У 40 % исследованных коров в начале опытного периода наблюдалось повышенное содержание печёночных ферментов – АСТ и АЛТ. Включение высокобелковой добавки, перенаправление протеина в кишечник не усугубило нагрузку на печень (показатели печёночных ферментов практически не изменились в значениях). Отчасти этому способствовало включение в добавку комплекса защищённых витаминов.

Обсуждение полученных результатов.

Нормализация уровня потребляемого сухого вещества, баланса нерасщепляемого протеина, нейтрально-детергентной клетчатки позволила наиболее полно обеспечить организм высокопродуктивных коров необходимой энергией, ценными аминокислотами, витаминами, что особенно значимо в начальной стадии лактации. Понижение уровня НДК до оптимальных границ в опытном рационе обеспечило более полное поедание рациона, соответственно – необходимую обеспеченность организма животных всеми необходимыми элементами питания, что подтверждается литературными данными [15-18].

Положительное влияние оптимизированного рациона на продуктивность коров обусловлено также снижением распада кормового протеина в рубце и уменьшением потерь азота; в тонкий кишечник животных опытной группы с нераспавшимися в рубце фракциями протеина поступило намного больше незаменимых аминокислот, витаминов, органических форм микроэлементов, чем в контроле [19, 20].

Соответствие содержания мочевины в молоке опытных коров с нормой при содержании белка, равном 3,18 %, рацион можно считать сбалансированным, а питание – оптимальным [21]. Снижение соматических клеток в молоке опытных животных скорее можно связать с благотворным действием фитобиотика, входящего в состав белковой добавки Оптимус, а также с меньшей нагруженностью печени, т. к. порядка 35 % протеина было перенаправлено в тонкий кишечник.

Изменение структуры рациона опытных коров в сторону уменьшения более дорогой концентратной части способствовало снижению кормовых затрат и соответственно повышению прибыльности произведённого молока. [22]. Включение высокобелковой добавки, перенаправление протеина в кишечник не усугубило нагрузку на печень (показатели печёночных ферментов практически не изменились в значениях). Отчасти этому способствовало включение в добавку комплекса защищённых витаминов и адсорбента.

Выводы.

По результатам исследований следует, что включение в рацион белковой кормовой добавки с высокой долей нерасщепляемого протеина Оптимус в рационах первотёлок позволило оптимизировать рацион, привести в соответствие с требованиями наиболее значимые показатели питательности: сухое вещество, расщепляемый и нерасщепляемый протеин, качество клетчатки (КДК и НДК) и т. п. Замена части комбикорма высокобелковой добавкой способствовала изменению структуры рациона, в результате в период раздоя концентратная часть рациона снизилось до 36,9 % против 43,8 % по сухому веществу. Оптимизация рациона обусловила значительное повышение продуктивности за весь период; разница составила 19,5 % (1287 кг). Увеличение жира и белка в моло-

ке коров в анализируемый период повысило соответственно такие показатели, как выход молочного жира и белка на 22,9 % (18,6 кг) и 20,3 % (13,5 кг). При оптимизации рациона по качеству протеина и клетчатки биохимические показатели крови соответствовали норме.

Литература

1. Мещеряков А.Г. Научные и практические подходы рационального использования кормового протеина в рационах мясного скота с учётом особенностей его метаболизма: автореф. дис. … д-ра биол. наук. Оренбург, 2008. 49 с.

2. Кормление крупного рогатого скота / И.Ф. Драганов, В.В. Калашников, Х.А. Амерханов, В.И. Левахин и др.. М., 2013. 302 с.

3. Будь здорова, кормилица-корова: науч.-практ. пособие / А.М. Лапотко, А.М. Субботин, И.В. Сучкова, Д.Т. Соболев. Орёл: ООО «Типография «Наше время», 2017. 336 с.

4. Эффективность введения рапсового жмыха в рационы коров / М.Н. Рэчиле, Е.В. Шацких, А.Н. Маслюк и др. // Молодёжь и наука. 2016. № 5. С. 80-83.

5. Погосян Д.Г., Чудайкин В.В. Распадаемость протеина в рубце бычков при физических способах обработки кормов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2011. № 6(80). С. 64-67.

6. Использование питательных веществ рационов дойными коровами в зависимости от способа подготовки концентратов к скармливанию / В.А. Ситников, О.Ю. Юнусова, А.И. Панышев, А.Н. Попов // Пермский аграрный вестник. 2016. № 1(13). С. 64-69.

7. Ярмоц Г.А. Использование препарата, снижающего расщепление протеина в рубце при кормлении молочного скота // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2015. № 11-12. С. 22-28.

8. Kojima Y., Okano K. Effect of heat or formalin treatment of proteinaceous feed on protein degradation with in vitro rumen fermentation // Japan J. Zootechn. Sci. 1985. V. 56. N 4. P. 333-340.

9. Харитонов Е. Способы обработки белковых кормов //Агрорынок. 2012. № 1. С. 18-20.

10. Буряков Н.П. Кормление высокопродуктивного молочного скота. М.: Изд-во «Проспект», 2009. 416 с.

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

12. Кондрахин И.П. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник. М.: КолосС, 2004. 520 с.

13. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

14. Чернышёв Н.И., Панин И.Г., Шумский Н.И. Кормовые факторы и обмен веществ. Воронеж: «РИА «ПРОспект», 2007. 188 с.

15. Сизова Ю.В. Влияние разного уровня нейтрально-детергентной клетчатки в рационе на азотистый обмен и молочную продуктивность коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2010. № 1. С. 61-68.

16. Weiss W.P., Wyatt D.J. Effects of Feeding Diets Based on Silage from Corn Hybrids that Differed in Concentration and In Vitro Digestibility of Neutral Detergent Fiber to Dairy Cows // Journal of Dairy Science. 2002. Vol. 85. N 12. P. 3462-3469.

17. Воробьёва С.В. Зависимость потребления сухого вещества рациона бычками от уровня НДК в кормах // Молочное и мясное скотоводство: состояние и перспективы развития в Южном федеральном округе / Карач.-Черкес. гос. технол. акад. Ставрополь, 2007. С. 147-151.

18. Левахин Г.И., Дускаев Г.К. Рубцовое пищеварение молодняка крупного рогатого скота под влиянием различных факторов кормления: монография. Оренбург, 2018. 202 с.

19. Качество протеина – важный фактор жизнедеятельности животных / А.В. Кудашева, В.И. Левахин, Г.И. Левахин, А.Х. Заверюха и др. // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 2(85). С. 105-111.

20. Lactational performance of cows fed low or high ruminally undegradable protein prepartum and supplemental methionine and lysine postpartum / Z. Wu; R.J. Fisher, C.E .Polan, C.G. Schwab // Journal of Dairy Science. 1997. Vol. 80. N 4. P. 722-729.

21. Тайны молочных рек: практ. пособие. Т. 1. Корма и кормление / под общ. ред. А.М. Лопотко. Орёл: ООО «Наша молодёжь», ООО «Типография «Новое время», 2015. 536 с.

22. Маслюк А.Н., Сиромаха С.Н., Токарева М.А. Регулирование качества кормового протеина в рационах высокопродуктивных коров // Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., 8-9 фев. 2018 г. [Электронный ресурс]. Екатеринбург, 2018. С. 194-205. url: http:// www.avu.usaca.ru/ru/books (дата обращения: 04.10.18)

Маслюк Анна Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры кормления животных, экспертизы кормов и продовольственных товаров ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 42, тел.: 8-912-690-58-90, e-mail: an.masliuk@yandex.ru

Токарева Мария Александровна, руководитель отдела животноводства ООО «Компания Агророс»; 620024, г. Екатеринбург, ул. Новоспасская, 1а, тел.: 8-922-148-92-25, e-mail: tokareva@agroros-compani.ru

Поступила в редакцию 17 октября 2018 года

UDC 636.085.57:591.11

Maslyuk Anna Nikolaevna[1], Tokareva Maria Alexandrovna[2]

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

[2] *LLC «Agroros Company»,* e-mail: tokareva@agroros-compani.ru

Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows

Summary. With high productivity of cows, the role of bypass protein increases. Its share may be increased by enriching the diet with high-protein supplements having a high «protection» degree of the protein against rumen microorganisms. The purpose of the work was to explain the optimization of diets of highly productive cows by equalizing the balance of degradable and bypass protein and fiber quality. The production experience was conducted on highly productive Holsteinized first-calf heifers during days in milk to achieve the set purposes. Diet optimization, use of Optimus feed protein supplement with a high proportion of bypass protein (84 %) in cow rations allowed to bring into compliance with the requirements the most significant nutritional indicators: dry matter, crude protein, degradable and bypass protein, fiber quality (ratio of ADF and NDF). Diet optimization contributed to its structure change, as a result, the amount of concentrated feed decreased to 36.9 % of the diet dry matter against 43.8 %. This contributed to cheaper diets, an increase in average daily milk yield in the first 100 days of lactation and, accordingly, for entire lactation; difference with the control values amounted 1287 kg (19.5 %). Increasing the fat and protein content in the milk of experienced cows increased the yield of milk fat and protein in the first 100 days of lactation by 18.6 kg (22.9 %) and 13.5 kg (20.3 %), respectively. When optimizing the diet for protein and fiber quality, eatability of the diet increased; lactation period decreased by 6 days. Blood biochemical parameters corresponded to the normal.

Key words: cows, feeding, protein supplement, bypass protein, milk productivity, diet structure, blood biochemistry.

УДК 636.084

Выращивание цыплят-бройлеров на новых сортах ярового рапса

А.П. Гаганов[1], З.Н. Зверкова[1], К.Е. Юртаева[2]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса»

[2] ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Аннотация. Обеспечение сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных и птицы является одним из основных факторов, определяющих их эффективность. Современные интенсивно растущие кроссы требуют высокой потребности в энергии и протеине. Несбалансированность по этим показателям приводит к недополучению продукции. Одним из компонентов комбикорма, обладающим высокой энергетической и протеиновой питательностью, может быть зерно рапса. Однако оно содержит антипитательные вещества, что ограничивает его использование. В настоящее время в ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» получены сорта рапса с низким содержанием этих веществ. Для определения их назначения были проведены исследования яровых сортов рапса нового поколения Викрос и Новик. Установлено, что зерно рапса сорта Новик содержало по сравнению с сортом Викрос больше сырого протеина, сырой клетчатки, сырого жира, а также основные аминокислоты: лизин, метионин и цистин. Сортовые особенности рапса не оказали значительного влияния на содержание жирных кислот. Масло было хорошо сбалансировано по составу: мало – насыщенных, умеренное количество – полиненасыщенных и большое количество – мононенасыщенных жирных кислот. По существующей классификации оба сорта рапса по количеству антипитательных веществ относятся к двунулевым. Испытанные сорта зерна рапса включали в состав комбикормов в количестве 6 % по массе. Зерно рапса вводили в состав комбикорма с первого дня выращивания. За период опыта живая масса бройлеров значительно не различалась. Среднесуточный прирост живой массы в опытных группах был на уровне контроля. Существенных различий в переваримости протеина и жира не установлено. Цыплята опытных групп лучше использовали азот и фосфор, но затраты кормов в расчёте на 1 кг прироста живой массы в этих группах были несколько выше, чем в контроле.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, рапс Викрос, рапс Новик, жирные кислоты, живая масса, затраты корма.

Введение.

Современные высокопродуктивные кроссы птицы требуют не только сбалансированного кормления, но и использования хорошо изученных кормовых средств, входящих в состав комбикормов. Отличительной особенностью выращивания бройлеров является интенсивный рост, обеспечивающийся высокой потребностью в энергии и протеине. Для балансирования комбикормов по энергии в них добавляют подсолнечное масло. К высокоэнергетическим и хорошо усвояемым относятся корма, содержащие большое количество жира. К таким кормам можно отнести зерно рапса, имеющее до 50 % жира и до 25 % – сырого протеина [1]. Рапс является ценной кормовой культурой с высоким содержанием белков, углеводов и жира, служит хорошим источником растительного белка. По выходу питательных веществ с единицы площади, по пищевым и кормовым достоинствам рапс, возделываемый на зерно, превосходит зерновые культуры. Белки рапса хорошо сбалансированы по аминокислотному составу, по содержанию лизина приближаются к сое, а по метионину, цистину, кальцию и фосфору значительно превосходят её [2]. Однако применение его в кормлении птицы ограничивается наличием антипитательных веществ, представленных в основном эруковой кислотой и глюкозинолатами. Использование зерна рапса в кормлении птицы может привести к параличу сердечной мышцы, заболеванию печени, снижению потребления комбикормов, уменьшению усвояемости питательных веществ и снижению продуктивности [3]. Попытки удалить антипитательные вещества из зерна рапса с помощью технологических приёмов были не

очень успешными. Основным направлением уменьшения содержания антипитательных веществ в семенах рапса является целенаправленная селекционная работа. Выведение сортов рапса с низким содержанием глюкозинолатов и эруковой кислоты явилось крупным достижением, благодаря которому стало возможным их использование в кормлении животных и сельскохозяйственной птицы. При постоянно увеличивающихся ценах на комбикорма особое внимание уделяется их конверсии, а также оценке используемых источников сырья, которые должны быть экономически эффективными. Это условие реализуется на уровне постоянного совершенствования сортов. К таким источникам сырья для комбикормов можно отнести сорта ярового рапса селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса». Они отличаются экологической пластичностью, устойчивой семенной продуктивностью, высоким содержанием жира и сырого протеина, низким уровнем глюкозинолатов и эруковой кислоты [4-7]. Разработанные сорта ярового рапса должны обладать не только хорошими показателями по химическому составу. Они требуют оценки в исследованиях на сельскохозяйственных животных и птице. И только в этом случае могут гарантированно эффективно использоваться в кормлении. Проведёнными исследованиями установлено, что уровень включения зерна рапса в состав комбикормов изменяется в пределах 4-10 %, что, вероятно, обусловлено сортовыми особенностями [8-11]**.** Согласно современным нормативам, каноловые сорта рапса могут включаться в состав комбикормов для цыплят-бройлеров до 5 % [12].

Цель исследования.

Установить воздействие комбикормов, содержащих зерно сортов ярового рапса нового поколения, на их использование цыплятами-бройлерами.

В задачу исследований входило определение влияния яровых сортов рапса на основные зоотехнические показатели, характеризующие выращивание цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Зерно ярового рапса нового поколения сортов Викрос и Новик селекции ФГБНУ ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

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. Поставленные задачи по изучению зерна ярового рапса в питании цыплят-бройлеров решались проведением исследования в условиях вивария ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» на цыплятах-бройлерах кросса «Habbard F-15» методом групп-аналогов в соответствии с требованиями ВНИТИП [13]. Для эксперимента были сформированы 3 группы по 36 цыплят в каждой. Выращивались они во фрагментах клеточной батареи с суточного возраста. Продолжительность опыта – 37 дней. Исследования по оценке сортов рапса нового поколения проводили при включении их в состав комбикормов в количестве 6 % от массы, хотя это и было несколько выше принятого нормативного уровня [12]. Во все возрастные периоды выращивания фронт кормления, поение, температурный, световой и влажностной режимы, а также плотность посадки были обеспечены в соответствии с рекомендациями [14]. При проведении исследования учитывали живую массу (1 раз в неделю), сохранность поголовья, среднесуточный и валовой прирост живой массы, затраты корма (ежедневный учёт потреблённого корма), а также убойный выход. Для определения переваримости питательных веществ комбикормов был проведён физиологический опыт. Цыплята-бройлеры во всех группах в стартерный и финишный периоды получали комбикорм согласно существующим рекомендациям [12]. Кормление осуществлялось сухими, рассыпными комбикормами, которые были приготовлены в лаборатории по оценке и стандартизации кормов. Состав и питательность комбикормов по фазам кормления приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Состав и питательность комбикормов, %**

Показатели	Первая фаза			Вторая фаза		
	контрольная	Iопытная	IIопытная	контрольная	Iопытная	IIопытная
Пшеница	42,31	31,09	32,02	50,01	44,50	45,89
Кукуруза	14,0	21,0	21,0	13,0	15,5	15,0
Соевый шрот	21,5	21,0	20,2	14,93	13,20	12,40
Мясо-костная мука	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0
Рыбная мука	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Дрожжи	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Рапс Викрос	-	6,0	-	-	6,0	-
Рапс Новик	-	-	6,0	-	-	6,0
Масло подсолнечное	4,0	2,84	2,70	5,0	3,82	3,70
Премикс	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Лизин	0,43	0,40	0,41	0,40	0,37	0,39
Метионин	0,26	0,17	0,17	0,16	0,11	0,12
В 100 г комбикорма содержится						
ОЭ, МДж	1,30	1,30	1,30	1,34	1,34	1,34
Сырой протеин	23,01	23,01	23,0	21,01	21,01	21,03
Сырая клетчатка	4,81	5,04	4,99	4,28	4,38	4,33
Кальций	1,70	1,69	1,68	1,54	1,53	1,53
Фосфор	1,01	1,02	1,02	0,95	0,96	0,96
Фосфор усвояемый	0,41	0,41	0,41	0,38	0,39	0,39
Лизин	1,36	1,36	1,36	1,25	1,25	1,25
Метионин+цистин	0,98	0,98	0,98	0,90	0,90	0,90
Треонин	0,80	0,85	0,84	0,71	0,74	0,73
Триптофан	0,34	0,35	0,33	0,30	0,29	0,28
Аргинин	1,44	1,38	1,38	1,23	1,24	1,22
Усвояемая аминокислота						
Лизин	1,17	1,16	1,16	1,06	1,06	1,06

Комбикорма с зерном рапса цыплята получали с первого дня исследования.

Оборудование и технические средства. Химический анализ ингредиентов, комбикормов и биоматериала определяли в аналитической лаборатории ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» по общепринятым методикам зоотехнического анализа [15].

Статистическая обработка. Математическая обработка результатов исследований проведена методом вариационной статистики [16].

Результаты исследования.

Химический состав зерна рапса главным образом зависит от сортовых особенностей, но на него оказывают влияние и погодные условия. Данные по химическому составу испытанных сортов ярового рапса приведены в таблице 2.

Таблица 2**. Химический состав зерна ярового рапса, %**

Сорт	Содержится в сухом веществе							
	СП	СЖ	СК	БЭВ	ОВ	лизин	метионин	цистин
Викрос	21,25	47,63	7,83	19,27	96,01	1,14	0,55	0,68
Новик	24,13	46,86	8,18	17,25	96,42	1,30	0,62	0,76

Примечание: СП, СЖ, СК – сырые протеин, жир и клетчатка;
БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества;
ОВ – органическое вещество

Сопоставление данных таблицы свидетельствует, что по количеству сырого жира и клетчатки сорта рапса различались незначительно. Зерно рапса Новик содержало больше сырого протеина (на 2,88 абсолютных процента), а также серосодержащих аминокислот и лизина. Глюкозинолаты в оцениваемых сортах (Викрос и Новик) определены в количестве 13,2 и 13,3 мкмоль/г СВ (сухое вещество), эруковая кислота – 0,17 и 0,15 % соответственно. Согласно существующей классификации испытуемые сорта рапса относятся к каноловым или двунулевым и пригодны на выработку масла и высокобелкового корма. Масло зерна хорошо сбалансировано по составу. В нём мало – насыщенных (6,62-6,65 %), умеренное количество – полиненасыщенных (29,15-29,90 %) и много – ненасыщенных жирных кислот (63,77-63,39 %). Сортовые особенности не оказали значительного влияния на содержание жирных кислот. Следует отметить, что в нашем исследовании использовались «классические рецепты» с высоким содержанием кормов животного происхождения. Стоимость комбикормов при включении ярового рапса в их состав уменьшилась по сравнению с контролем от 660 до 310 рублей за 1 тонну. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3**. Основные зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров**

Показатели	Группа		
	контрольная	**I опытная**	**II опытная**
Сохранность поголовья, %	100,0	100,0	100,0
Средняя живая масса, г:			
суточный цыплёнок	42,0	42,0	42,0
в возрасте 37 дней:			
петушки	2101,8±26,14	2122,7±54,38	2139,4±57,65
курочки	1903,9±17,60	1922,0±26,88	1887,4±31,95
В среднем	2000,0±23,0	2008,0±32,0	2002,0±38,0
Среднесуточный прирост живой массы, г	52,9	53,2	53,0
Затраты корма на 1 голову, кг	3,10	3,14	3,13
Затраты корма на 1 кг живой массы, кг	1,55	1,56	1,56
Убойный выход, %	74,1	75,3	75,1
Переваримость, %:			
протеина	85,84	84,41	85,03
жира	77,07	77,29	76,66
Использование:			
азота	47,32	49,95	48,72
кальция	47,26	47,62	44,25
фосфора	51,04	53,69	52,78

Согласно материалов, приведённых в таблице, сохранность поголовья за период опыта составила 100 %. Ко времени окончания исследования живая масса бройлеров не имела значительных различий. Среднесуточный прирост живой массы в группах с опытной птицей был на уровне в контроле. Достоверность различия в живой массе цыплят в конце опыта не установлена. Потребление корма опытными цыплятами было на 1,3 и 0,9 % больше, соответственно и затраты корма в расчёте на 1 кг живой массы в опытных группах оказались незначительно выше, чем в контрольной группе. Ретенция азота у цыплят-бройлеров в опытных вариантах была выше на 2,63 и 1,4 абсолютных процента. Лучше использовался и кальций с фосфором. По убойному выходу опытные группы имели лучшие показатели относительно контроля.

Обсуждение полученных результатов.

Включение рапса в состав комбикормов для цыплят-бройлеров зависит от концентрации глюкозинолатов и эруковой кислоты. Содержание же самих антипитательных веществ в зерне определяется сортом. Поэтому в проводимых исследованиях по использованию рапса в кормлении цыплят-бройлеров существует определённый разброс в уровне их возможного включения в состав комбикормов, который зависит от испытуемых в опыте сортов [17, 18]. В наших исследованиях включение сортов ярового рапса Новик и Викрос селекции ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в состав комбикормов в количестве 6 % во все периоды выращивания цыплят-бройлеров не оказало отрицательного влияния на поедаемость и здоровье птицы. Масса внутренних органов соответствовала физиологической норме. Как результат положительного воздействия испытанных сортов ярового рапса следует оценить фактическое увеличение прироста живой массы, использование азота, кальция, фосфора и убойного выхода по сравнению с контролем. Аналогичные данные получены в опытах ряда исследований при использовании зерна рапса в составе комбикормов для цыплят-бройлеров [8, 19]. Улучшение основных зоотехнических показателей при выращивании бройлеров можно объяснить отсутствием отрицательного воздействия антипитательных веществ на обменные процессы, улучшением соотношения жирных кислот в комбикорме.

Выводы.

1. Зерно яровых сортов рапса Новик и Викрос можно включать в состав комбикормов для цыплят-бройлеров в количестве до 7 % (включительно) по массе.

2. Включение 6 % зерна рапса в состав комбикорма позволяет уменьшить потребность в подсолнечном масле на 1,17-1,30 абсолютных процента и стоимость 1 кг комбикорма – на 1,2-2,5 %.

Литература

1. Использование рапса в кормлении сельскохозяйственных животных / А.С. Шпаков, А.И. Фицев, А.П. Гаганов, В.Т. Воловик и др. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. 40 с.

2. Лукомец В.М., Бочкарёв Н.И. Научное обеспечение производства продовольственного зерна на зернофураж крупяных и кормового белка. Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2004. С. 219-232.

3. Антипитательные вещества зернобобовых, зерновых, масличных капустных культур и методы их определения: метод. указания / А.И. Фицев, Л.М. Коровина, Т.В. Леонидова, Т.С. Бражникова М.: ФГУ РЦСК, 2007. 62 с.

4. Селекция ярового рапса для центра Европейской части России / В.Т. Воловик, Ю.К. Новоселов, С.Е. Сергеева, Н.А. Докудовская // Проблемы интенсификации животноводства с учётом пространственной инфраструктуры и охраны окружающей среды / под науч. ред. проф. В. Романюка. Варшава: Фаленты, 2013. С. 291-293.

5. Воловик В.Т. Селекция ярового рапса на качество масла и белка // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 170-летию К.А. Тимирязева. Ульяновск: Ульянов. гос. техн. ун-т, 2013. С. 50-54.

6. Воловик В.Т., Коровина Л.М., Леонидова Т.В. Биохимические свойства семян различных сортов ярового рапса // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ижевск: Ижев. ГСХА, 2016. С. 15-21.

7. Биохимический состав семян ярового рапса сортов института кормов / В.Т. Воловик, Л.М. Коровина, Т.В. Леонидова и др. // Неделя науки в Крутах – 2017: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (в рамках II науч. форума) с. Крутое, Черниговская обл., Украина, 16 марта 2017 г. Ніжин: ПП «Лисенко М.М.»., 2017. Т. 1. С. 67-74.

8. Пономаренко Ю.А. Рапс и продукты переработки для птицеводства // Комбикорма. 2012. № 4. С. 57-59.

9. Осепчук Д.В. Использование рапса и продуктов его переработки в кормлении цыплят-бройлеров: дис. … канд. с.-х. наук. Краснодар, 2007. 120 с.

10. Озимый рапс в кормлении цыплят-бройлеров / В.М. Косолапов, А.П. Гаганов, Ф.В. Воронкова, З.Н. Зверкова // Адаптивное кормопроизводство. 2018. № 1. С. 49-57.

11. Гаганов А.П., Воронкова Ф.В., Зверкова З.Н. Использование различного уровня рапса в рационах цыплят-бройлеров // Зоотехния. 2016. № 1. С. 15-16.

12. Руководство по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / Фисинин В.И., Егоров И.А., Ленкова Т.Н. и др. Сергиев Посад, 2014. 155 с.

13. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы // И.А. Егоров, В.А. Манукян, Т.Н. Ленкова и др. Сергиев Посад: Издат. дом «Весь Сергиев Посад», 2013. 50 с.

14. Методические рекомендации по технологическому проектированию птицеводческих предприятий / В.Н. Виноградов, С.С. Шевченко, М.Ф. Мальгин и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 217 с.

15. Методы анализа кормов / В.М. Косолапов, И.Ф. Драганов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова и др. М.: Угрешская типография, 2011. 219 с.

16. Меркурьева Е.К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. М.: Колос, 1970. 424 с.

17. Рапс в комбикормах для цыплят-бройлеров / И. Егоров, В. Андрианова, Л. Присяжная, М. Демченко, А. Антипова // Птицеводство. № 2. 2012. С. 15-20.

18. Хохрин С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие для ВУЗов. М.: Колос, 2004. 692 с.

19. Корма из семян рапса сибирской селекции в кормлении цыплят-бройлеров / П.Ф. Шмаков, Е.А. Чаушина, Е.Е. Зырянова, А.Б. Мальцева, И.А. Лушкомойников // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2012. № 5. С. 55-61.

Гаганов Анатолий Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель заведующего лаборатории зоотехнической оценки и стандартизации кормов ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, тел.: 8(495)577-73-10, e-mail: vnii2017@mail.ru

З**верков**а **Зинаида Николаевна,** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории зоотехнической оценки и стандартизации кормов ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, тел.: 8-985-722-31-63, e-mail: z.zverkova@mail.ru

Юртаева Ксения Евгеньевна, аспирант ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева», 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, тел.: 8-916-843-12-64, e-mail: best_k@rambler.ru

Поступила в редакцию 17 октября 2018 года

UDC 636.084

Gaganov Anatoly Petrovich[1], Zverkova Zinaida Nikolaevna[1], Yurtaeva Ksenia Evgenievna[2]

[1] *FSBSI «Federal Scientific Center of Fodder Production and Agroecology named after V.R. Williams»,* e-mail: vnii2017@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Russian State Agrarian University-MAA named after K.A. Timiryazev»,* e-mail: best_k@rambler.ru

Growing broiler chickens on new spring rape varieties

Summary. Ensuring a balanced feeding of farm animals and poultry is one of the main factors determining their effectiveness. Modern, intensively growing crosses require high energy and protein requirements. Imbalance in these indicators leads to the lack of production. One of the mixed feed components with high energy and protein nutrition can be rape. However, it contains anti-nutrients, which limits its use. Currently, the FSBSI FRS «All-Russian Williams Fodder Research Institute» obtained rape varieties with low

content of these substances. To determine their purpose, studies were conducted on spring rape varieties of the new Vikros and Novik generation. It was established that Novik rape contained more crude protein, crude fiber, crude fat, as well as basic amino acids: lysine, methionine and cystine compared to the Vikros variety. Rape varietal characteristics did not significantly affect the fatty acid content. The oil was well balanced in composition: low – saturated, moderate amount of polyunsaturated and large amount of monounsaturated fatty acids. According to the existing classification, both varieties of rape by the amount of anti-nutritional substances belong to two-zero ones. Tested varieties of rape grain were included in the composition of mixed feed in the amount of 6 % by weight. Rape grain was introduced into the feed from the first day of cultivation. During the experiment period, live weight of broilers did not differ significantly. The average daily weight gain in the experimental groups was at the control level. Significant differences in the digestibility of protein and fat is not determined. Chickens from the experimental groups used nitrogen and phosphorus better, but feed costs per kg of weight gain in these groups were slightly higher than in the control group.

Key words: broiler chickens, Vikros rape, Novik rape, fatty acids, live weight, feed cost.

УДК 633.491:631.526.32(470.56)

Новый перспективный сорт картофеля для степной зоны Оренбургского Предуралья

А.А. Мушинский[1], Е.В. Аминова[1], Е.В. Часовских[1], Т.Т. Дергилёва[2]

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

[2] Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства-филиал ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

Аннотация. Впервые представлен новый сорт с высокими товарными и столовыми качествами, устойчивый к наиболее опасным патогенам, адаптивный для орошаемых условий степной зоны Оренбургского Предуралья. Приводится полное ботаническое описание растений, степень устойчивости сорта картофеля к основным болезням: фитофторозу, альтернариозу, парше обыкновенной, раку, ризоктониозу. В результате экологического сортоиспытания выделен среднеспелый сорт Каштак за высокую и стабильную продуктивность (861 г/куст), устойчивость к болезням, агроэкологическую пластичность, высокую товарность клубней (95,6 %). Анализ полученных данных показывает, что максимальная урожайность сорта Каштак составила 46,2 т/га с превышением над стандартом сорта Спиридон +9,4 т/га. Новый сорт характеризуется повышенным содержанием сухих веществ (23,6 %) и крахмала (18,4 %), а также хорошими вкусовыми качествами (4,8 баллов). Таким образом, соблюдение всех агротехнических приёмов возделывания картофеля в степной зоне Оренбургского Предуралья (оптимизации влагообеспеченности и минерального питания растений), а также использование к посадке адаптированного к местным условиям сорта Каштак позволит получать в рассматриваемой зоне урожайность не менее 46 т/га с товарностью не менее 96 %.

Ключевые слова: картофель, сорт, содержание крахмала, урожайность, товарность.

Введение.

В нынешнее время ульрасовременный сорт картофеля должен отвечать соответственным требованиям потребительского рынка, а именно обладать совокупностью хозяйственно-ценных признаков [1]. Это взаимосвязано с существенным увеличением количества показателей, по которым проводятся гибридизация и отбор селекционного материала [2]. С каждым годом усложняется задача селекции, которая требует абсолютно современных методов подхода к оценке генетического материала, а также к его результативному использованию в гибридизации, всестороннему интегрированному анализу и ускорению выведения новых сортов.

Сорт – это главная основа инновационной технологии. Он позволяет разрабатывать целостную систему сельскохозяйственного производства и увеличивать его рентабельность [3].

Несомненно, основными критериями при отборах в селекционных питомниках считается урожайность и её элементы, качество клубней, устойчивость к наиболее распространённым и вредоносным патогенам.

Немаловажно отметить и то, что природно-климатические условия также оказывают существенное влияние на цели и задачи селекционного процесса. Таким образом, главное направление селекции – это создание столовых сортов, обладающих стабильно высокой продуктивностью, высокими кулинарными качествами, устойчивых к распространённым вирусным, грибковым и бактериальным болезням, адаптированных к местным агроклиматическим условиям и технологиям возделывания.

Цель исследования.

Совместить в одном генотипе важные товарные и столовые качества сорта картофеля, устойчивость к наиболее опасным патогенам и адаптивность к орошаемым условиям степной зоны Оренбургского Предуралья.

Материалы и методы исследования.

Объекты исследования. Сорт картофеля Каштак.

Схема эксперимента. Исследования по экологическому испытанию сорта Каштак проводились в 2015-2017 гг. на орошаемом участке ООО «Агрофирма Краснохолмская» Оренбургской области. Предшественником на экспериментальном участке служила люцерна. Схема посадки: 0,75×0,50 м – в питомнике одноклубнёвок, 0,75×0,35 м – в младших селекционных питомниках. Осенью проводилось внесение минеральных калийных удобрений, весной – внесение аммофоса и аммиачной селитры. Общая норма внесения удобрений составила N_{75} P_{120} K_{112} кг д. в.

Посадку картофеля проводили с 14 по 18 мая в полугребни картофелесажалкой с одновременным протравливанием клубней. Нарезку гребней осуществляли гребнеобразователем. В течение всего периода вегетации были проведены 2 обработки гербицидами и 2 – фунгицидами.

Орошение осуществляли дождевальной машиной с увеличением поливов от 6 до 9 за вегетацию культуры, с оросительной нормой – 2750-3400 $м^3$/га. Уборка проходила с 10 по 21 сентября.

Закладка опыта проводилась согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова [4], исследования и наблюдения во время вегетации – согласно методике [5]. Урожай учитывали путём поделяночного взвешивания клубней по фракциям.

Оборудование и технические средства. Учёт массы клубней с куста производили весами ВЭТ-6-1С (Россия). Полив осуществляли дождевальной установкой ДМ-100 «Фрегат» (Россия), а посадку – картофелесажалкой GRIMME, GL 34 T четырёхрядная («Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG» Германия).

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

В результате межсортового скрещивания сортов Рая (материнская форма) и Космос (отцовская форма) в 2003 году был получен среднеспелый сорт картофеля Каштак (гибрид 04.1.19). Новый сорт выделен за высокую и стабильную урожайность, агроэкологическую пластичность, устойчивость к патогенам, высокую товарность клубней, высокое содержание сухих веществ и отличные вкусовые качества.

В результате 3-летних исследований было проведено морфобиологическое описание гибрида. Куст растений – средний, полураскидистый, слабоветвистый, с хорошо развитой корневой системой. Цветение – продолжительное, ягодообразование – обильное. Венчик цветка – бледно-красно-фиолетовый. Стебли по всей длине слабо окрашены антоцианом, крылья – прямые, слабоокрашенные. Лист – промежуточного типа, от среднего до крупного размера, зелёный (рис. 1).

Рис. 1 – Куст картофеля сорта Каштак

Клубни – овальные, красные, глазки с красным основанием, мелкие. Мякоть – светло-жёлтая, не темнеющая при резке, слабо разваривается при варке (кулинарный тип ВС). Световой росток – среднего размера, интенсивного красно-фиолетового цвета, сферический с полуразвёрнутой верхушкой (рис. 2).

Рис. 2 – Клубни и световой росток сорта Каштак

Количество клубней в гнезде – 10-12 штук, содержание крахмала – от 17,6 % до 19,0 %, дегустационная оценка – 4,5 балла. Сохранность – 96-98 %. Оптимальная температура хранения – +3…+4 °С.

В результате проведённых экспериментов средняя урожайность сорта Каштак за 2015-2017 гг. в орошаемых условиях на опытном поле ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ» (ООО А/ф «Краснохолмская» г. Оренбург), составила 46,2 т/га с превосходством над стандартом сорта Спиридон +9,4 т/га (табл. 1).

Таблица 1. **Продуктивность и товарность сортов картофеля Спиридон и Каштак (в среднем за 2015-2017 гг.)**

Сорт	Количество клубней в гнезде, шт.	Средняя масса клубня, г	Продуктивность, г/куст	Урожайность, т/га	Товарность, %
Спиридон (Ст.)	9,2±1,2	87,9±4,7	713±128	37,6±5,3	91,3
Каштак	11±1,19	92,8±6,4	861±162	46,2±4,9	95,6
К стандарту	+1,8	+4,9	+148	+9,4	+4,6

Исходя из данных таблицы, выход товарных клубней нового сорта составил 95,6 %, что достоверно превышает стандарт Спиридон на 4,6 %.

Рассматривая структуру урожая картофеля сорта Каштак, видно, что он превышает контроль не только по товарности, но и по средней массе товарного клубня на 5,6 %.

На сегодняшний день особенно ценны те современные сорта картофеля, которые обладают таким признаком, как многоклубнёвость. Сорт Каштак превосходит по количеству клубней с одного растения стандарт Спиридон на 19,5 %.

Немаловажно отметить, что в конкурсном сортоиспытании на опытном участке п. Шершни Челябинской области ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства» урожайность сорта Каштак составила в среднем за 2008-2010 гг. 38,0 т с 1 га, при урожайности стандартного сорта Спиридон – 32,5 т с 1 га. Анализ полученных данных показывает, что прибавка урожая нового сорта к стандарту по годам составила 14,7 % (2008 г.), 18,7 % (2009 г.), 17,1% (2010 г.) (рис. 3).

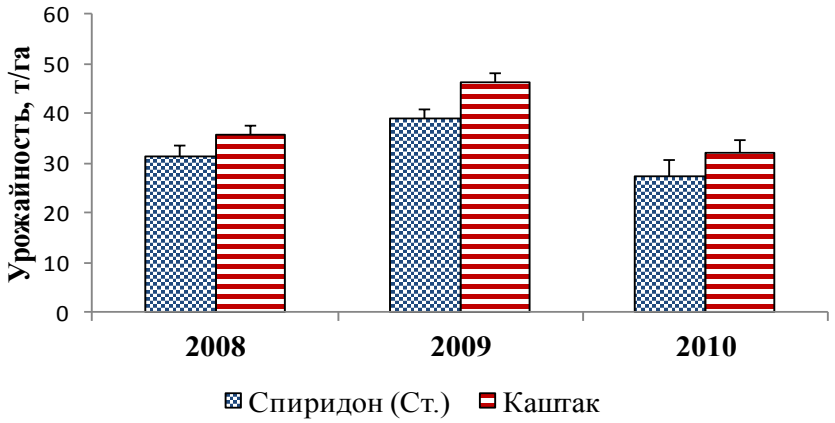


Рис. 3 – Продуктивность сортов картофеля Каштак и Спиридон (в среднем за 2008-2010 гг.)
Примечание: $НСР_{05}$ по годам: 2008 – 3,9 т/га; 2009 – 5,1 т/га; 2010 – 4,0 т/га

Одним из главных признаков качества урожая является содержание сухого вещества в клубни картофеля. Крахмал составляет 70-80 % от общего количества сухого вещества. Сорта с повышенным содержанием крахмала отличаются хорошей лёжкостью [6].

По результатам наших исследований содержание крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля сорта Каштак составило в среднем (2015-2017 гг.) 18,4 % и 23,6 %, а по годам варьировало от 17,6 до 19,0 % и от 22 до 24,7 % соответственно (рис. 4).

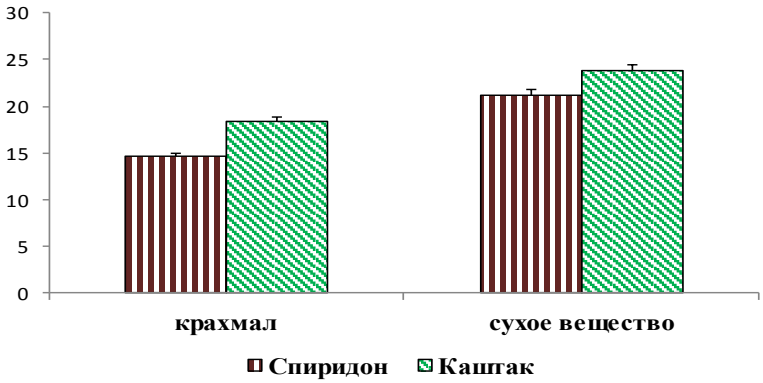


Рис. 4 – Биохимические показатели клубней сортов картофеля Спиридон и Каштак (в среднем за 2015-2017 гг.)

Для условий степной зоны Оренбургского Предуралья с резким перепадом температурного режима проблема толерантности сортов к патогенам является актуальной.

Необходимо отметить, что сорт Каштак имеет устойчивость к фитофторозу ботвы 7 баллов, клубней – 9 баллов, а также слабо поражается альтернариозом и относительно устойчив к парше обыкновенной. По данным ВНИИКХ, устойчив к раку картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоде.

Обсуждение полученных результатов.

Литературные источники свидетельствуют о том, что последовательное повышение урожайности возделываемых культур основывается на совершенствовании технологии культивирования и достижений селекции [2, 3, 7]. Как утверждают авторы [8], для каждой зоны должна быть своя модель сорта.

Известно, что количественные параметры генотипов зависят как от агротехнических факторов, так и от агрометеорологических. R. Wustman, F. Carnegie в своих исследованиях указывают, что очень важна реакция сорта или гибрида на условия среды [9].

В своих работах учёные сформулировали ряд требований к модели сорта и предложили параметры ценных признаков применительно к соответствующим зонам нашей страны (Поволжье, Дальний Восток, Средний Урал) и Республики Беларусь [7, 10-13]. В связи с этим нам необходимо совместить в одном генотипе важные товарные и столовые качества сорта картофеля, адаптированного к условиям степной зоны Оренбургского Предуралья.

Р.А. Талипова и другие [14] считают, что урожайность сорта зависит от количества клубней в кусту и массы товарного клубня. В наших исследованиях новый сорт Каштак превосходит стандартный сорт Спиридон как по средней массе, так и по количеству клубней с одного растения на 5,6 % и 19,5 % соответственно.

З.З. Евдокимова [15] указывает, что «создаваемые сорта нового поколения должны обладать надёжной устойчивостью к фитофторозу». В этой работе мы нашли подтверждение своим исследованиям, т. е. новый сорт Каштак обладал устойчивостью к фитофторозу клубней и растений.

Выводы.

Таким образом, использование в посадках нового среднеспелого сорта картофеля столового назначения Каштак позволяет получать в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья урожайность не менее 46,2 т/га с товарностью 95,6 % при условии оптимизации влагообеспеченности и минерального питания растений.

Статья опубликована в рамках реализации подпрограммы «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, утверждённой постановлением Правительства Российской Федерации от 5 мая 2018 г. № 559

Литература

1. Афонников Д.А., Тоцкий И.В., Сташевски З. Информационные ресурсы по коллекциям картофеля // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 1. С. 115-121. doi 10.18699/VJ18.330.

2. Яшина И.М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. М., 2000. 68 с.

3. Новый столовый сорт картофеля Ицил / А.А. Мушинский, Е.В. Аминова, А.А. Васильев, Т.Т. Дергилева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(67). С. 80-81.

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 4-е изд. М.: Колос, 1979. 416 с.

5. Методика исследований по культуре картофеля / под ред. Н.С. Бацанова. М., 1967. 264 с.

6. Стрельцова Т.А., Оплеухин А.А., Окашева Н.А. Исследование экологической изменчивости хозяйственно-ценных признаков картофеля при интродукции в суровые условия горного Алтая // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176(1). С. 110-123. doi.org/10.30901/0202-3628.

7. Васильев А.А. Дергилёв В.П. Технологические приёмы выращивания новых сортов картофеля // Аграрный вестник Урала. 2008. № 9. С. 67-69.

8. Что такое модель сорта? / С.Ф. Коваль, С.В. Коваль, В.М. Черпаков, Р.А. Цильке, С.Д. Богданова // Омск: кн. изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2005. 277 с.

9. Wustman R., Carnegie F. Assestent of new Potato cultivars in Europe: a Survey // Potato Research. 2000. Vol. 43. № 2. P. 97-106.

10. Бродяной В.М. Селекция картофеля на скороспелость // Труды Дальневосточного НИИСХ. Хабаровск, 1977. Т. 23. С. 73-75.

11. Кипер И.М. Селекция семеноводство раннего картофеля. М., 1972. 116 с.

12. Мингалёв С.К., Лаптев В.Р., Касимов К.В. Эффективность технологических приёмов возделывания картофеля в условиях Притагильской зоны Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2008. № 2. С. 59-61.

13. Колядко И.И., Маханько В.П., Вологдина Л.Н. Селекция картофеля скороспелость: материалы Междунар. юбил. науч.-практ., конф., посвящ. 75-летию института картофелеводства НАН Беларуси. Минск: Мерлит, 2003. Ч. 1. С. 34-40.

14. Талипова Р.А., Мингалёв С.К. Формирование урожайности картофеля в зависимости от сорта // Молодёжь и наука. 2016. № 6. С. 37-42.

15. Евдокимова З.З. Создание высокопродуктивных скороспелых сортов картофеля нового поколения, устойчивых к фитофторозу и стрессовым факторам среды // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля: материалы науч.-практ. конф. «Картофель-2010». Чебоксары, 2010. С. 49-53.

Мушинский Александр Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-905-819-35-92, e-mail: san2127@yandex.ru

Аминова Евгения Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-912-841-19-31, e-mail: aminowa.eugenia2015@yandex.ru

Часовских Евгения Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН», 460000, г. Оренбург, ул. 9 января, 29, e-mail: orniish@mail.ru

Дергилёва Тамара Тихоновна, старший научный сотрудник лаборатории селекции картофеля Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства-филиал ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», 454902, г. Челябинск, пос. Шершни, ул. Гидрострой, 16, тел.: (8351)232-65-10, факс: (8351)232-66-36, e-mail: kartofel_chel@mail.ru

Поступила в редакцию 6 декабря 2018 года

UDC 633.491:631.526.32(470.56)

Mushinsky Alexander Alexeevich[1], Aminova Evgenia Vladimirovna[1], Chasovskikh Evgenia Vladimirovna[1], Dergileva Tamara Tikhonovna[2]

[1] *FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: san2127@yandex.ru

[2] South-Ural Research Institute of Horticulture and Potato-growing-Branch of Ural Federal Agrarian Research and Development Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Agrarian Sciences

A new perspective potato variety for the steppe zone of Orenburg Cis-Urals

Summary. A new variety with high commercial and cooking qualities, resistant to the most dangerous pathogens, adaptive to the irrigated conditions of the steppe zone of Orenburg Cis-Urals is presented for the first time. We give a complete botanical description of plants, the degree of resistance of potato varieties to main diseases: late blight, Alternaria blight, scab, cancer and Rhizoctonia blight. As a result of ecological variety testing, the mid-season variety Kashtak was distinguished for its high and stable productivity (861 g/bush), resistance to diseases, agro-ecological plasticity, and high marketability of tubers (95.6 %). Analysis of the data obtained shows that the maximum yield of the Kashtak variety was 46.2 t/ha with the excess over the standard of the Spiridon variety +9.4 t/ha. The new variety is characterized by a high content of solids (23.6 %) and starch (18.4 %) and good taste (4.8 points). Thus, compliance with all agrotechnical methods of potato cultivation in the steppe zone of Orenburg Cis-Urals (optimization of moisture supply and mineral nutrition of plants), as well as the use of Kashtak variety adapted to local conditions for planting, will yield in the zone under consideration at least 46 t/ha with marketability of at least 96 %.

Key words: variety, potato, starch content, yield, marketability.

УДК 519.25:551.50:633

Подготовка предикторов для моделей долгосрочного прогнозирования урожайности полевых культур

А.А. Неверов

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

Аннотация. Метеорологические факторы, обеспечивающие необходимые для жизнедеятельности растений условия, являются следствием атмосферных процессов на планете. В свою очередь, атмосферные процессы тоже являются следствием и зависят от теплового режима океана и суши. Этот режим не остаётся постоянным и зависит, в основном, от солнечной активности, которая также переменчива.

В основе любого количественного или качественного анализа приоритетным должна быть, прежде всего, логика специалиста, обладающего достаточным багажом знаний в области причинно-следственных связей конкретного процесса или явления.

Связь между результативным признаком и независимой переменной в модели может быть сдвинута во времени и в пространстве, особенно если речь идёт о факторах климатической системы планеты.

Выполненный в исследовании временной сдвиг ряда аномалии температуры воды основного региона развития ураганов Атлантического бассейна вперёд относительно временного ряда урожайности подсолнечника в Оренбургском регионе показал, что изменения температуры воды, произошедшие в Атлантике на 6 и 10 лет раньше, имели лучшую связь с урожайностью подсолнечника (r=0,35 и r=0,36 соответственно). При временном сдвиге ряда аномалии температуры поверхностных вод Североатлантического колебания в феврале относительно урожайности зерна кукурузы на 4 шага вперёд величина коэффициента кросскорреляции увеличилась до -0,276.

При этом в обоих случаях обнаружилось наличие периодичности, с которой происходящие в Атлантике процессы трансформации тепловой энергии влияют на продуктивность растений в Оренбуржье.

Ключевые слова: сельскохозяйственная культура, подсолнечник, кукуруза, кросскорреляция**,** предиктор, прогноз, атмосфера, урожайность, аномалия температуры.

Введение.

Известно, что от предварительной подготовки предикторов (независимых переменных регрессионной модели) зависит конечная цель – создание прогностической модели, адекватно отражающей причинно-следственные связи какого-либо явления. В биологических объектах и системах, где задействовано множество влияющих на объект факторов, линейных связей, как правило, не наблюдают – особенно это заметно на длительных многолетних рядах наблюдений [1-8].

В основе любого количественного или качественного анализа приоритетным должна быть, прежде всего, логика специалиста, обладающего достаточным багажом знаний в области причинно-следственных связей конкретного процесса или явления.

В агрономии известны некоторые биологические законы роста и развития растений: например, незаменимости и равнозначности факторов, законы минимума и оптимума. Основополагающие связи между растениями и погодными факторами, приходом фотосинтетической активной радиации (ФАР), корневым и воздушным питанием достаточно хорошо изучены и поэтому получили статус закона или аксиомы. Так, ни у кого не вызывает сомнений постулат, что температура воздуха для роста и развития растений может быть экстремально низкой или экстремально высокой, а в промежутке между экстремумами находится интервал температур, более всего отвечающий потребностям того или иного вида растений. Точно также увлажнение почвы может быть недостаточным или избыточным для растений, и они и в том, и в другом случае снижают свою про-

дуктивность и могут погибнуть, а наибольший урожай формируют в промежутке между этими экстремальными точками. Достаточно этих двух примеров, чтобы понять: связь между растением и метеорологическими факторами – нелинейная и имеет, очевидно, форму параболы.

Метеорологические факторы, без всякого сомнения, не постоянны во времени и в пространстве, и их сиюминутное воздействие на растения в течение всего периода активной вегетации приводит к формированию большего или меньшего по величине урожая. Однако для задачи долгосрочного прогнозирования урожайности полевых культур знаний о детерминирующих факторах в прошлом и настоящем недостаточно. На сегодняшний день заблаговременность прогноза погоды не превышает двух недель, да и точность этого прогноза весьма невелика.

Метеорологические факторы, обеспечивающие необходимые для жизнедеятельности растений условия, сами являются всего лишь следствием атмосферных процессов – циклонов и антициклонов, приносящих жару или прохладу, осадки или сухой воздух. Но и атмосферные процессы, в свою очередь, являются следствием и зависят от теплового режима океана и суши. Этот режим не остаётся постоянным и зависит, в основном, от солнечной активности, которая также переменчива.

Солнце – основной источник жизнеобразующей энергии на Земле. Поступающая на Землю энергия в виде электромагнитного излучения, солнечного ветра, солнечных космических лучей, ультрафиолетовой радиации и т. д. трансформируется по цепочке до растений (напрямую – через фотосинтез, косвенно – через экологические условия), определяя их продуктивность [9-13].

Механизм трансформации энергии в климатической системе планеты сложен и активно изучается учёными разных специальностей. Достоверно известно, что значительную роль в климатической системе играет Мировой океан [14-17]. Он обладает огромной теплоёмкостью и, соответственно, инерцией процессов трансформации солнечной энергии, поэтому его можно считать ключевым звеном в цепочке передачи энергии от Солнца через погодные явления флоре и фауне планеты [16, 18]. Воздействие на океан и сушу солнечной энергии и отклик климатической системы на поступивший сигнал не совпадают по времени, что даёт исследователям шанс на возможность предсказания изменений в биологических системах в будущем, то есть долгосрочный прогноз продуктивности этих систем.

Цель исследования.

Провести анализ связи преобразованных параметров климатической системы планеты с урожайностью полевых культур в Оренбургской области.

Материалы и методы исследований.

Объекты исследования.

1. Урожайность зерновых культур и подсолнечника в Оренбургском районе Оренбургской области (за 1944-2017 гг.).

2. Аномалии среднемесячной температуры поверхностных вод Мирового океана и приземного слоя атмосферы (отклонения от средней по ряду температуры периода 1910-2000 гг. в градусах Цельсия):

- глобально всей планеты (океана, суши, суши и океана) с 1880 г. по настоящее время (н. в.);
- северного полушария (океана, суши, суши и океана) с 1880 г. по н. в.;
-основного региона развития ураганов Атлантического бассейна (AtlanticMainDevelopmentRegion (MDR), между 10-20^{o} северной широты и 2085^{o} западной долготы за период с 1910 по н. в.;

3. Аномалии площади морского льда Северного Полушария, млн кв. км (с 1979 г. по н. в.).

Данные по температуре и площади морского льда получены из мирового центра данных [19].

Статистическая обработка. Выбор предикторов и построение прогностических моделей осуществлялись с помощью анализа временных рядов с применением пакета программ «Statistica 6.1» («Stat Soft Inc.», США). Предварительно проводился кросскорреляционный анализ влияния всех предикторов на результативный фактор с последующим лаг-преобразованием предикторов для учёта инерции теплопереноса в Мировом океане. Результаты кросскорреляционного анализа использовали для подбора циклов и прогнозирования урожайности методом наложения эпох [20-21].

Результаты исследования.

На формирование урожая полевых культур оказывает решающее влияние комплекс погодных факторов периода активной вегетации растений: осадки, температура и относительная влажность воздуха, направление и скорость ветра, облачность, солнечная инсоляция и т. д.

Урожайность – интегральная функция, зависящая от сочетания множества факторов, динамично изменяющихся в период активной вегетации растений и не только. В условиях недостаточного увлажнения и значительных (до 200 %) колебаний метеорологических факторов, определяющих продуктивность той или иной культуры, важно также учитывать погодные условия, складывающиеся в предвегетационный период. От условий холодного периода (осень, зима, весна) зависят запасы продуктивной влаги и микробиологическая активность почвы, миграция водорастворимых элементов питания по профилю.

В отличие от регионов с умеренным климатом, для Оренбургского Предуралья, особенно в период активной вегетации растений, необходимо учитывать метеорологические факторы за каждые 5-10 дней, поскольку здесь за короткий промежуток времени экстремальные условия могут вызвать значительные повреждения растений, вплоть до полной или частичной гибели.

Так, в 1987 году автор лично наблюдал массовую гибель посевов ячменя в совхозе имени Д.А. Фурманова Первомайского района Оренбургской области на площади 6400 га. Причиной гибели был суховей с низкой относительной влажностью воздуха (менее 10 %) и максимальной дневной температурой воздуха (+42…+44 °С), длившийся всего 7 дней. Под влиянием неблагоприятных условий наступила гибель ячменя в фазу начала колошения: окраска погибших растений имела красный цвет.

Очевидно, что для создания адекватных моделей связи урожайности с метеорологическими факторами целесообразно учитывать их значения по декадам или даже пентадам. В связи с этим количество предикторов, учитывающих комплекс факторов и входящих в прогностическую модель урожайности сельскохозяйственной культуры, теоретически может достигать 30-40 шт. и более.

Связь между результативным признаком и независимой переменной в модели может быть сдвинута во времени и в пространстве, особенно если речь идёт о факторах климатической системы планеты. Наши предположения о сдвиге временного ряда аномалии температуры океана и суши во времени относительно ряда урожайности полевой культуры нашли подтверждение на примере взаимосвязи урожайности подсолнечника в Оренбургском районе Оренбургской области и аномалии температуры воды в Атлантическом бассейне формирования ураганов с 1944 г. по н. в. (рис. 1).

В режиме реального времени (Лаг=0) кросскорреляционная связь между рядами урожайности подсолнечника и аномалии температуры Атлантического бассейна несущественна (r=0,18). Временной сдвиг ряда аномалии температуры воды вперёд относительно ряда урожайности подсолнечника показал, что изменения температуры, произошедшие на 6 и 10 лет раньше изменения урожайности, имели лучшую связь с урожайностью (r=0,35 и r=0,36 соответственно). Поскольку корреляция – положительная, она свидетельствует, что рост температурной аномалии в Атлантическом бассейне положительно отражается на урожайности подсолнечника в Оренбургском регионе.

Помимо этого обнаружилось наличие периодичности, с которой происходящие в Атлантике процессы трансформации энергии оказывают влияние на продуктивность подсолнечника в Оренбуржье.

Точно также нами установлено, что в режиме реального времени (Лаг=0) взаимосвязь аномалии температуры поверхностных вод Североатлантического колебания в феврале [23] и урожайности зерна кукурузы в Оренбургском районе Оренбургской области несущественна (r=-0,02). При временном сдвиге ряда аномалии температуры относительно ряда урожайности кукурузы на 4 шага вперёд обнаружилось существование 4-летней периодичности, а коэффициент кросскорреляции увеличился до -0,276 (рис. 2).

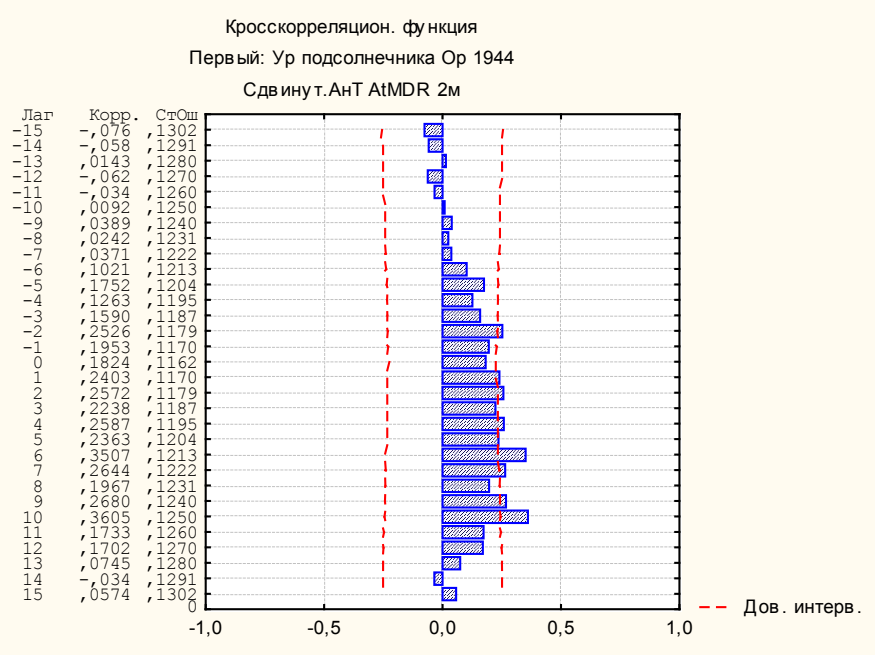


Рис. 1 – Кросскорреляционная функция временных рядов урожайности подсолнечника Оренбургского района Оренбургской области и аномалии температуры воды в феврале в Атлантическом бассейне формирования ураганов

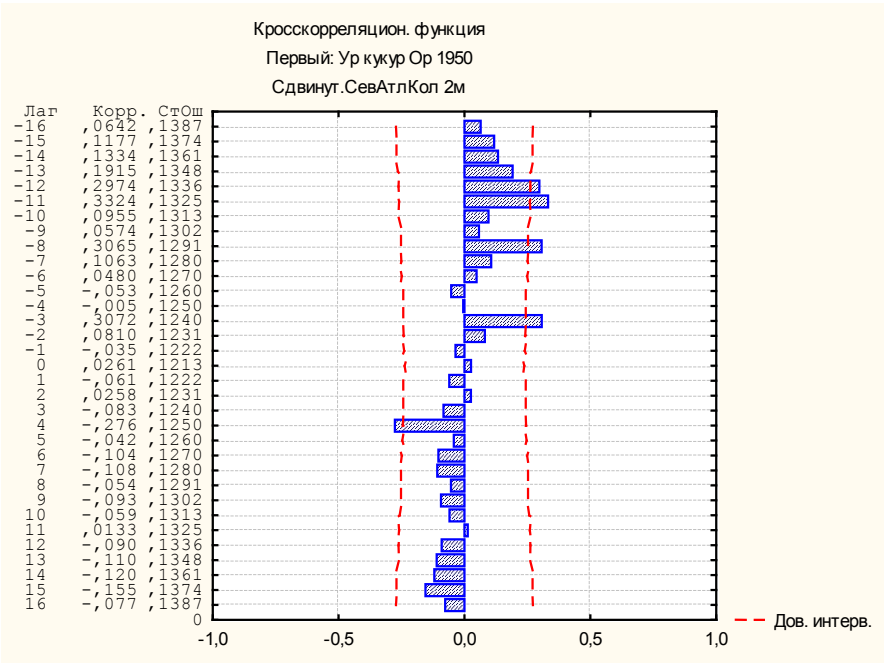


Рис. 2 – Кросскорреляционная функция временных рядов урожайности кукурузы и аномалии температуры воды в феврале Северо-Атлантического колебания

Кроме температурных аномалий, существуют и другие параметры климатической системы: например, аномалии площади льда Северного Полушария, характеризующие важную составляющую системы – криосферу [16, 19].

Нами установлено, что в наибольшей степени изменения площади морского льда Северного полушария влияют на формирование урожая подсолнечника в Оренбургской области в сентябре года, предшествующего году урожая. Т. е. «ледяное дыхание» Арктики ощутимо для урожая подсолнечника за 13 месяцев до уборки урожая, причём связь с величиной урожая отрицательная (r=-0,496) (рис. 3).

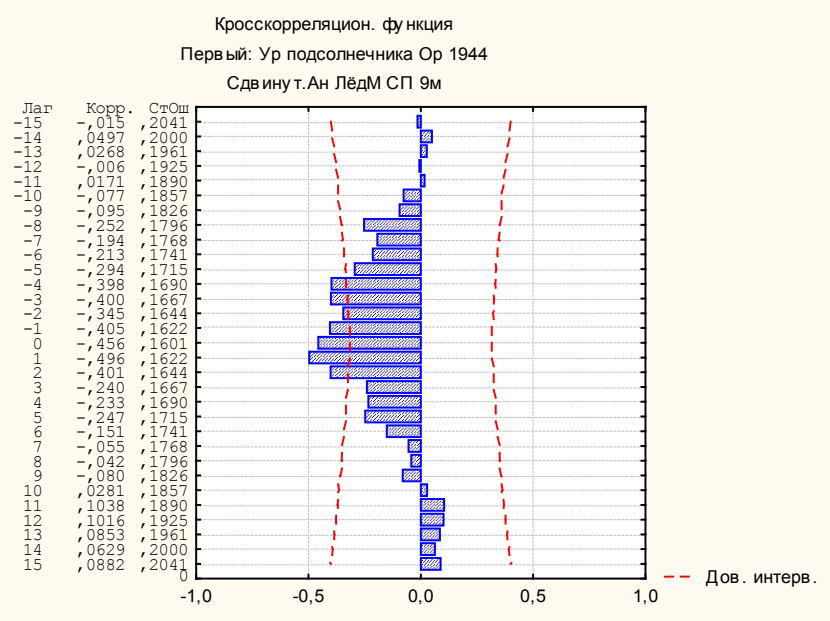


Рис. 3 – Кросскорреляционная функция временных рядов урожайности подсолнечника и аномалии площади морского льда Северного полушария в сентябре

Для проверки гипотезы о существовании связи урожайности подсолнечника в Оренбургском районе Оренбургской области с цикличностью аномалии температуры поверхностных вод в океане Атлантического бассейна (MDR) нами проведён анализ методом остаточных отклонений в совокупности с методом наложения эпох в авторской программе «Prognostics» (рис. 4).

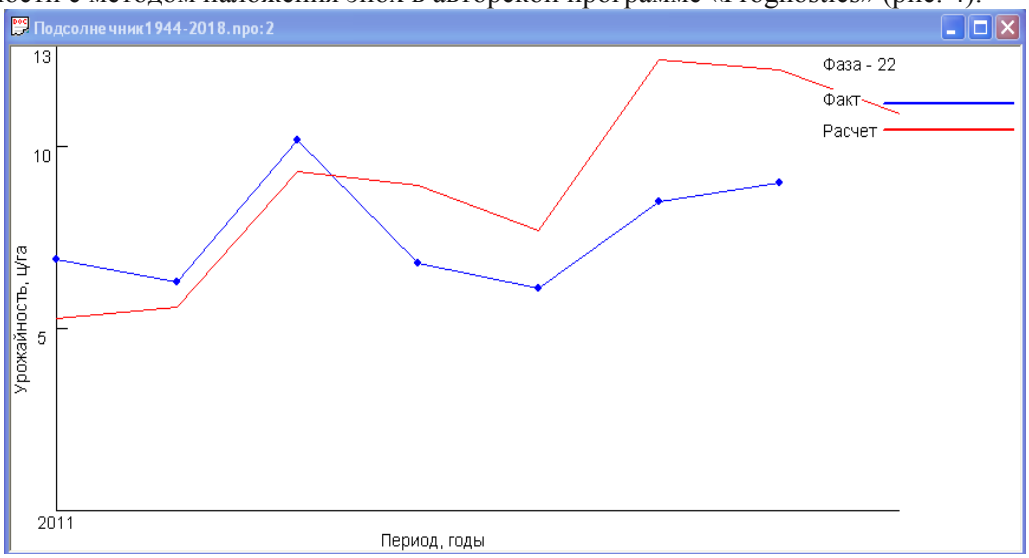


Рис. 4 – Влияние цикличности (6 и 10 лет) аномалии температуры Атлантического бассейна (MDR) на урожайность подсолнечника в Оренбургском районе Оренбургской области (фрагмент программы «Prognostics»)

Аномалии температуры океана, происходящие в Атлантическом бассейне формирования ураганов (между 10-20º северной широты и 20-85º западной долготы) с периодичностью 6 и 10 лет, нашли отклик в урожайности подсолнечника в тестовой выборке (2011-2017 гг.): линии фактической и прогнозной урожайности почти копируют друг друга.

Однако опыт прогнозирования автора показывает, что для уверенного прогноза в модели недостаточно наличие двух циклов – в суперпозиции, как правило, должно присутствовать не менее 20-30 эпох (циклов) одновременно.

Обсуждение полученных результатов.

В условиях недостаточного и нестабильного увлажнения и частого повторения экстремальных условий, которые характерны для территории степной зоны Оренбургской области, зависимость урожайности полевых культур от колебаний метеорологических факторов значительно возрастает [24]. В этой связи возникает необходимость учитывать влияние на продуктивность растений метеорологических факторов не только вегетационного периода, но и холодного (осень, зима, весна), предшествующего вегетации растений.

Связь погодных условий с аномалиями климатической системы планеты доказана трудами учёных различных специальностей [12-18, 22-23] и не вызывает сомнений. Наши исследования подтвердили наличие такой связи между урожайностью подсолнечника в Оренбургском районе Оренбургской области и температурной аномалией поверхности океана Атлантического бассейна (MDR), ежегодными колебаниями площади морского льда в Северном Полушарии, а также между урожайностью кукурузы и аномалиями температуры воды Североатлантического колебания.

Поскольку климатическая система планеты обладает большой инерцией, в основном за счёт огромной теплоёмкости океана, то возникает необходимость учитывать временные задержки формирования погоды, особенно для регионов, удалённых от морей и океанов, к которым относится территория Оренбургской области.

Выполненный нами кросскорреляционный анализ позволил установить существование как временных задержек в 6 и 10 лет для подсолнечника и 4 года – для кукурузы, так и периодичности их проявления во времени для определённого региона планеты, а именно Оренбургского района Оренбургской области.

Выводы.

Таким образом, при подготовке в качестве предикторов для моделей долгосрочного прогнозирования показателей метеорологических факторов или глобальных параметров климатической системы планеты необходимо провести предварительное преобразование исходных данных, руководствуясь, прежде всего, логикой причинно-следственных связей, обоснованных физическими законами развития природных явлений.

Показано, что при подготовке для анализа в качестве предикторов глобальных параметров климатической системы необходимо учитывать временные задержки, вводя в модели лаговые переменные.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0026)

Литература

1. Неверов А.А. Альтернативные модели долгосрочного прогнозирования урожайности зерновых культур для степной зоны Оренбуржья // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018. № 1. [Электронный ресурс]. url: http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Num-bers/2018-1/Articles/NAA-2018-1.pdf.

2. Неверов А.А. Прогноз погоды и урожайности сельскохозяйственных культур в Оренбургской области на предстоящий вегетационный период 2018 года // Известия Оренбургского государственного университета. 2018. № 3(72). С. 31-34.

3. Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности полевых культур в Оренбургском Приуралье на основе ретроспективной экстраполяции временного ряда // Известия Оренбургского государственного университета. 2018. № 4(72). С. 89-93.

4. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Моделирование ожидаемой урожайности в степном Предуралье с учётом лаговых переменных и изменения расстояния от центра масс Солнечной системы до Земли // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2016. № 1. С. 34-37.

5. Тихонов В.Е., Неверов А.А, Кондрашова О.А. К проблеме долгосрочного прогнозирования урожайности // Аграрная наука. 2012. № 9. С. 12-15.

6. Долгосрочное прогнозирование урожайности / В.Е. Тихонов, А.А. Неверов, О.А. Кондрашова, Р.Р. Абдрашитов // Аграрная наука. 2013. № 7. С. 12-15.

7. Тихонов В.Е., Кондрашова О.А., Неверов А.А. Применение методов нелинейного описания солнечно-земных связей к прогнозированию урожайности в степном Предуралье // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 2. С. 56-59.

8. Тихонов В.Е., Неверов А.А., Кондрашова О.А. Методология долгосрочного прогнозирования урожайности. Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2014. 157 с.

9. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности в степной зоне Урала на основе современных методов оценки солнечно-земных связей // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20. № 4(61). С. 86-92.

10. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности полевых культур на основе планетно-солнечно-земных связей в степном Предуралье // Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2014. № 4. [Электронный ресурс] url: http://elmag.uran.ru/ (дата обращения: 20.01.2014).

11. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Прогнозирование предстоящих метеорологических условий вегетации и урожайности зерновых культур в сухостепной зоне Предуралья // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 3. С. 21-25.

12. Дергачёв В.А., Распопов О.М. Долговременная солнечная активность – контролирующий фактор глобального потепления 20 века // Солнечно-земная физика. 2008. Вып. 12. Т. 2. С. 272-275.

13. Интерпретация физических причин глобального и регионального климатических откликов на долговременные вариации солнечной активности / О.М. Распопов, В.А. Дергачёв, О.В. Козырева, Т. Колстром, Е.В. Лопатин, Б. Лукман // Солнечно-земная физика. 2008. Вып. 12. Т. 2. С. 276-278.

14. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А. Климатические ритмы теплового режима Мирового океана // Природа. 2016. № 8. С. 26-33.

15. Навроцкий В.В. Мировой океан и глобальные изменения климата // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2013. № 6(172). С. 101-108.

16. Солнечная активность и динамические процессы в атмосфере и теплосодержании Мирового океана / Г.А. Жеребцов, В.А. Коваленко, С.И. Молодых, О.А. Рубцова // Солнечно-земная физика. 2008. Вып. 12. Т. 2. С. 268-271.

17. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем. М.: Наука, 2001. 351 с.

18. Влияние солнечной активности на температуру тропосферы и поверхности океана / Г.А. Жеребцов, В.А. Коваленко, С.И. Молодых, К.Е. Кириченко // Известия Иркутского государственного университета: Серия «Науки о Земле». 2013. Т. 6. № 1. С. 61-79.

19. National Centers for Environmental Information // Climate at a Glance [Электронный ресурс]. url: https://www.ncdc.noaa.gov/cag/global/time-series/nhem/ocean/1/9/1880-2018.

20. Игуменцев А.Ф., Хомяков Д.М. Погодные условия и эффективность удобрений: математическое моделирование продуктивности агроценозов. М.: Изд-во МГУ, 1988. 37 с.

21. Цикличность погоды и прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур / А.Ф. Игуменцев, Н.Г. Шикота, Э.К. Лазуренко, Г.Ф. Григоренко. Луганск, 1990. 48 с.

22. Лебедева В.М. Долгосрочный синоптико-статистический метод прогноза валового сбора зерновых культур по федеральным округам и России в целом // Труды ВНИИСХМ. 2010. Вып. 37. С. 69-81.

23. Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан. М.: Триада, 2013. 144 с.

24. Неверов А.А. Компьютерное моделирование связи урожая подсолнечника с погодно-климатическими условиями центральной зоны Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра УРО РАН. 2016. № 1. [Электронный ресурс]. doi: http://elmag.uran.ru/ (дата обращения: 27.01.2016).

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

Поступила в редакцию 12 ноября 2018 года

UDC 519.25:551.50:633

Neverov Alexander Alekseevich

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: nevalex2008@yandex.ru

Preparation of predictors for models of long-term prediction of crop yields

Summary. Meteorological factors providing necessary conditions for plant life are the result of atmospheric processes on the planet. In turn, atmospheric processes are also a consequence and depend on thermal regime of the ocean and land. This regime does not remain constant and depends mainly on solar activity which is also changeable.

The basis of any quantitative or qualitative analysis of the priorities should be, first of all, logic of a specialist who has sufficient knowledge in the field of causal relationships of a particular process or phenomenon.

Correlation between performance feature and the independent variable in the model may be shifted in time and space especially if we are talking about the factors of the planet's climate system.

The time shift forward of certain water temperature anomalies in the main region of hurricanes in the Atlantic basin relative to the time series of sunflower yield in the Orenburg region revealed that changes in water temperature in the Atlantic 6 and 10 years earlier had a better correlation with the sunflower yield (r=0.35 and 0.36, respectively). With a time shift in certain anomalies of the surface temperature in the North Atlantic fluctuation in February relative to the yield of corn grain by 4 steps forward, the value of cross correlation coefficient increased to -0.276.

At the same time, in both cases, there was discovered periodicity with which thermal energy transformation processes occurring in the Atlantic affect plants productivity in the Orenburg region.

Key words: crop, sunflower, corn, cross-correlation, predictor, forecast, atmosphere, yield, temperature anomaly.

УДК 632.11.:633.1:631.559(470.56)

Особенности влияния изменения климатических условий на урожайность зерновых культур в сухостепной зоне России

И.П. Болодурина[1,2], Д.И. Парфёнов[2], К.В. Пивоварова[2]

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

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

Аннотация. В рамках настоящего исследования проведён анализ влияния изменений погоды на урожайность зерновых культур в сухостепной зоне Оренбургской области Российской Федерации. Установлено, что множество факторов, связанных с погодой, оказывают значительное влияние на урожайность зерновых культур. В рамках проведённого исследования определено существование как линейной, так и нелинейной зависимости между рассматриваемыми показателями. Предложен подход, основанный на выделении тренда и сезонных компонент с помощью сингулярного спектрального анализа. Проведено моделирование зависимости урожайности в сухостепной зоне России на примере Оренбургской области с помощью эконометрических моделей, основанных на наборах разно частотных данных, а также с использованием модели панельных данных. Разработан алгоритм моделирования урожайности зерновых культур в зависимости от агроклиматических факторов.

Ключевые слова: зерновые культуры, урожайность, интерактивный мониторинг, MIDAS модели, спектральный сингулярный анализ, математическое моделирование, эконометрическое моделирование

Введение.

На сегодняшний день большинство развивающихся стран достаточно сильно зависят от продуктивности сельского хозяйства и, как следствие данного процесса, от урожайности пахотных земель. В свою очередь негативные влияния глобального потепления оказывают существенное воздействие на результативность возделывания зерновых культур. Это напрямую сказывается на благосостоянии населения и экономическом развитии стран. Регионы с резко континентальным климатом особенно уязвимы от агроклиматических и экологических изменений, а это связано с высокой динамикой изменения погодных условий за короткий период времени в этих регионах.

Поэтому в качестве объекта настоящего исследования нами выбрана сухостепная зона России, Оренбургская область, являющаяся одной из лидеров рынка по производству зерновых культур. Территория Оренбургской области находится в глубине Евро-Азиатского континента, между 50°40′ и 54°22′ северной широты. От Атлантического океана она удалена на 4 тыс. км, от Тихого океана – на 6 тыс. км. Площадь области составляет 123,7 тыс. кв. км. Оренбургская область расположена в пределах двух физико-географических зон – Русской равнины и Уральских гор. Граница между ними проходит западнее долины Большого Ика, пересекает Сакмаро-Уральское междуречье и тянется на юго-восток к верховьям реки Урта-Бурти.

Расположение Оренбургской области в глубине материка и особенности рельефа определяют резко континентальный климат региона, отличающийся холодной продолжительной зимой и жарким сухим летом. Переходы от зимы к лету очень короткие, а осадки вегетационного периода сельскохозяйственных культур неустойчивы. Оренбургская область входит в десятку крупнейших регионов России по объёму производства зерна. Сельскохозяйственные предприятия области производят от 2,5 до 3,9 % валового сбора зерна России. Площадь зерновых культур в структуре пашни Оренбуржья составляет 53,2-57,8 % [1].

В зерновом производстве области наибольшую долю занимают пшеница, ячмень и просо (табл. 1). При этом наблюдаются снижение доли кукурузного зерна и значительные колебания по годам объёмов полученного зерна озимой ржи, гречихи, гороха и проса.

Таблица 1. **Объёмы производства зерна основных сельскохозяйственных культур в Оренбургской области за период 2013-2017 годы**

Сельскохозяйственная культура	Объёмы производства зерна по годам, тыс. ц				
	2013	2014	2015	2016	2017
Рожь озимая	2421,7	4620,5	1305,7	3248,1	3869,4
Пшеница озимая	2223,5	5334,0	2319,2	6871,2	8589,2
Пшеница яровая	8882,4	8615,8	11016,4	13208,3	18300,3
Ячмень яровой	3670,3	3824,1	3899,1	4938,7	7563,2

Анализ продуктивности зерновых культур по природно-экономическим зонам выявил, что в Оренбургской области отмечаются значительные колебания урожайности по культурам (табл. 2).

Таблица 2. **Урожайность зерновых культур по зонам Оренбургской области за период 2013-2017 годы**

Природно-экономические зоны	Урожайность по годам, ц с 1 га					
	2013	2014	2015	2016	2017	Средняя за 5 лет
Яровая пшеница						
Северная	12,1	11,6	11,8	8,8	15,6	12,0
Западная	8,7	10,9	9,6	8,4	15,3	10,6
Центральная	8,1	7,0	9,5	9,4	14,4	9,7
Восточная	8,3	5,6	6,7	11,1	10,6	8,5
Южная	5,7	4,3	5,8	10,2	12,4	7,7
Яровой ячмень						
Северная	11,9	11,3	11,4	8,6	20,5	12,7
Западная	9,2	10,8	9,3	8,7	16,3	10,9
Центральная	8,3	7,0	9,1	9,3	16,2	10,0
Восточная	7,5	5,1	6,6	11,5	12,6	8,7
Южная	5,5	4,3	5,6	12,6	15,1	8,6

Так, в Северной зоне биоклиматический потенциал реализуется на 50 %, в Западной зоне – на 51 %, в Центральной зоне – на 38-51 %, в Восточной зоне – 45-48 % и в Южной зоне – 49-53 % [2].

Оценка степени не благоприятности территорий России для производства сельскохозяйственной продукции, сделанная Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной метеорологии, определяет вероятность сильных засух 50 % и более лет с гидротермическим коэффициентом на уровне 0,6 ед. и менее. В Российской Федерации таких регионов выделено 5: Республика Калмыкия, Астраханская, Волгоградская, Оренбургская и Саратовская области. В Оренбургской и Саратовской областях вероятность сильной засухи соответственно составляет 52 % и 50 %. В Южном федеральном округе к засушливым территориям относятся Астраханская область, Калмыкия и Волгоградская область. В этих регионах вероятность засухи соответственно составляет 93 %, 54% и 51 %. По данным Гидрометеоцентра РФ, наиболее худшие условия в стране по осадкам летнего периода наблюдается в 4 регионах. Так, их сумма в Астраханской области равна 53 мм, Оренбургской – 110 мм, Волгоградской – 110 мм и Республике Калмыкия – 121 мм [3]. Засушливость климата влечёт неустойчивость сельскохозяйственного производства в целом и зернового производства в частности. Опасность потери инвестиций в сельскохозяйственное производство ввиду неблагоприятных климатических условий значительно повышает ценность прогнозов, обеспечивающих получение объективных данных и минимизацию ошибок при планировании посевов.

1. Обзор эмпирической литературы.

На протяжении нескольких последних лет исследованию влияния климата на урожайность сельскохозяйственных культур уделяется особое внимание. В большинстве исследований оценивается степень, в которой варианты адаптации могут уменьшить ожидаемое воздействие изменения климата.

1.1. Обзор исследований по влиянию климатических переменных на урожайность зерновых культур в мировой практике.

Наиболее частыми объектами для исследования урожайности являются развивающиеся страны. В качестве факторов, влияющих на урожайность, рассматривается следующий набор блоков: природно-климатический, экономический и социальный. Под природно-климатическими факторами обычно подразумевают плодородие и механический состав почвы, температурный режим, уровень грунтовых вод, количество осадков, обогащённость местности кислородом и другие. К экономическим факторам относят количество, качество и структуру вносимых удобрений; качество и сроки выполнения всех полевых работ; качество посевного материала; изменение сортового состава посевов; известкование и гипсование почвы; борьба с болезнями и вредителями растений; чередование культур в полях севооборота и др.

В диссертационной работе E. Eyshi Rezaei проводит комплексное исследование влияния воздействия тепла и засухи на различные зерновые культуры [4]. Анализ временных рядов в работе представлен оцениванием четырёх базовых компонент: долгосрочный тренд (тенденция), сезонность, циклическая вариация и нерегулярная компонента. Модель временного ряда представлена в виде произведения, получаемого путём умножения перечисленных компонентов. Долгосрочный тренд (тенденция) указывает действительно долгосрочное поведение временного ряда, как правило, в виде прямой линии или экспоненциальной кривой. Такой подход позволяет увидеть картину изменений в целом. Повторяющиеся сезонные компоненты определяют влияние времени года. Каждый период времени в течение года характеризуется своим сезонным индексом, который свидетельствует о том, насколько выше или ниже соответствующий показатель в данный период времени по сравнению с другими периодами. Например, в случае поквартальных данных имеется сезонный индекс для каждого квартала. Среднесрочный циклический компонент состоит из последовательных повышений и понижений, которые не повторяются каждый год и поэтому исключаются из сезонного компонента. Поскольку эти повышения и понижения чередуются, их нельзя считать достаточно случайными и рассматривать как часть независимой случайной ошибки (нерегулярного компонента). Циклическую вариацию особенно трудно прогнозировать за пределами ближайшего будущего. Тем не менее, доказана ее значимость, поскольку основные циклические явления рассматриваются как часть циклической вариации в показателях. Краткосрочный нерегулярный (случайный) компонент представляет остаточную вариацию, которую невозможно объяснить. В нём проявляется действие тех однократных событий, которые происходят с течением времени случайно, а не систематически. Самое большее, что можно сделать с этим нерегулярным компонентом, оценить его величину (воспользовавшись, например, стандартным отклонением), определить, меняется ли он с течением времени, и признать, что даже в идеальных условиях прогноз не может быть точнее (в среднем), чем типичная величина нерегулярной вариации. Что позволяет сделать вывод об адекватности представленных моделей.

Воздействие засухи на урожайность сельскохозяйственных культур исследовалось в работе I. Ontel и A. Vladut на примере сухостепной местности Румынии. Интерес представляют такие показатели, как индексы тяжести засухи, индекс влажности сельскохозяйственных культур [5]. В результате исследования установлено, что оценка изменчивости явления засухи в разном масштабе времени показывает, что частота сухих лет была выше с 1983 по 2002 год, в остальной части периода преобладают положительные значения количества осадков. Тем не менее тенденции повышения температуры воздуха определили интенсификацию сухих периодов в последнее десятилетие и увеличили спрос на воду в сельском хозяйстве, что в соответствии с климатической моделью к 2050-му году из-за повышения температуры означает средние относительные изменения в урожае

от -15 % до -5 % в рассматриваемом ограниченном водой регионе. Засуха является самым важным климатическим фактором, влияющим на рост и урожайность сельскохозяйственных культур. Уязвимость культур возросла за последние 24 года из-за политических и социально-экономических условий, которые приводят к деградации ирригационной системы и фрагментации сельскохозяйственных культур. Обнаружено, что урожайность зерновых культур снизилась на 50-70 % в сухие годы, тогда как в 1971-1989 годы наблюдались тенденции к росту, снижение производства было статистически незначимым. Отношения между сухими годами и урожайностью были статистически значимыми в соответствии с тестом Бравай-Пирсона на период с 1990 по 2013 год в зависимости от типа возделываемой сельскохозяйственной культуры, поэтому коэффициенты корреляции для кукурузы и пшеницы выше, чем для подсолнечника. Влияние засухи на растительность может быть подтверждено NDVI, который имеет очень низкие значения в сухие годы. Таким образом, можно констатировать, что засуха как критерий является одним из основополагающих при оценке урожайности.

В настоящее время большое внимание уделяется урожайности зерновых культур в развивающихся странах, но особое место отведено исследованиям урожайности в Африке.

Например, I.A. Mohammed в своём исследовании рассматривал урожайность зерновых в Западной Африке с использованием построения эконометрических моделей на панельных данных [6]. Для исследования использовались панельные данные, охватывающие период 1997-2013 годов. Данные для исследования получены из Всемирного банка (показатели мирового развития). Результаты показали, что сельское население, пахотные земли, земли под культивирование зерновых культур и количество тракторов, доступных для механизации, являются основными факторами продуктивности зерновых.

В работе O.B. Metaksa исследовалось влияние климатических, географических, а также социальных факторов. Доказано существенное влияние климатических переменных на продуктивность зерновых культур [7]. Коэффициенты, применяемые в моделях для учёта случайных и фиксированных эффектов, как в линейном, так и в квадратном выражении, ежегодно и сезонно показывают, что урожайность зерновых культур в целом чувствительна к климатическим переменным. В рамках исследования авторами установлено, что большинство квадратов условий коэффициентов погоды значимы ежегодно и сезонно на уровне 1 % значимости, что подразумевает, что климат оказывает нелинейное влияние на продуктивность зерновых культур.

Ряд исследователей для прогнозирования используют подход, основанный на агрономическом моделирования [8-10]. Так, Robert Mendelsohn в своем исследовании отмечает, что более высокие температуры приведут к снижению урожайности зерна [8]. Исследователь объясняет это тем, что районы с более холодным климатом для выращивания пшеницы станут более тёплыми. Однако в рамках его работы не рассматривается возможность адаптации фермерских хозяйств под изменяющиеся погодные условия. Для реализации подобного механизма необходима эффективная методика, позволяющая строить прогноз погодных условий с высокой точностью. Это позволит смягчить последствия глобального потепления, а также влияние локальных факторов, обуславливающих воздействие погодных факторов в конкретном регионе.

Учёный Thomas George в своем исследовании отмечает, что плохая практика агрономии в развивающихся странах обусловлена рациональным восприятием фермеров, высокими рисками и низкой отдачей, что не оправдывает дополнительных инвестиций в трудовые ресурсы [9]. Одним из факторов, влияющих на принятие данного решения, является низкое качество и точность прогнозных данных о погодных условиях. Фермеры по умолчанию применяют низкорисковые и низкодоходные методы для минимизации будущего ущерба в случае не благоприятных для возделывания погодных факторов. Поэтому разработка эффективных методов прогнозирования погодных условий позволит повысить урожайность за счёт снижения рисков и повышения информированности фермеров.

В исследовании Skees, Jerry и других учёных также отмечается высокая степень влияния неблагоприятных погодных факторов на урожайность различных культур [10]. Стихийные бедствия могут быть чрезвычайно разрушительными для фермеров, чьи доходы зависят от успешного

возделывания сельхозкультуры. В своём исследовании авторы подробно останавливаются на разработке новых подходов к распределению рисков, возникающих у фермеров в рамках нестабильных погодных условий. Однако, как и в представленных ранее работах, учёные не используют методы прогнозирования погодных условий, что является одним из ключевых факторов, снижающих напряжённость в сельскохозяйственных регионах.

В течение последних нескольких десятилетий мировое сельскохозяйственное производство набирает оборот в совершенствовании технологий, оказывающих непосредственное влияние на урожайность. Однако рост населения и кризис, связанный с обеспечением водой, обезлесение и изменение климата угрожают глобальной продовольственной безопасности. Понимание переменных, вызвавших изменения урожайности сельскохозяйственных культур в прошлом, может помочь улучшить будущие модели прогнозирования урожая. В своём исследовании Ehsan Najafi представил всесторонний анализ изменений урожайности культур и их взаимосвязей с различными мировыми и региональными климатическими переменными, а также переменными изменениями климата [11]. Исследователем предложена новая многоуровневая модель прогнозирования, позволяющая одновременно оценивать структурные соотношения между средним урожаем и климатическими характеристиками, а также тенденциями изменения климата в конкретном регионе. В проведённом НИР промоделированы основные сельскохозяйственные страны на основе многоуровневой модели, позволяющей снижать размерность решаемой задачи группировкой. Результаты показывают, что выявленные переменные могут объяснить изменения урожаев в прошлом в большинстве стран. Существенным недостатком работы является отсутствие прогнозирования изменений климата в будущем, что является более актуально задачей.

Chuang Zhao и другие авторы в своей работе провели обширное исследование четырёх аналитических методов, оценивающих влияние климатических факторов на урожайность [12]. Исследования показали, что независимые методы последовательного оценивания демонстрируют отрицательное влияние температуры на урожайность четырёх основных сельхозкультур. При этом объём исследования позволяет применять полученные результаты не только на ограниченной территории, но и в глобальном масштабе. Методологические анализы позволяют повысить уверенность в оценках будущих воздействий климатических факторов на основные сельхозкультуры. Предложенный подход позволяет исследовать адаптационные стратегии возделывания сельскохозяйственных культур в регионах с изменяющимся климатом и обеспечить в будущем продовольственную безопасность.

Таким образом, установлено, что сельскохозяйственное производство уязвимо к изменению климата. Понимание изменения климата, особенно температурных воздействий, имеет решающее значение при возделывании сельскохозяйственных земель. Прогнозирование погодных условий позволит не только повысить эффективность точного возделывания сельскохозяйственных культур, но обеспечить глобальную продовольственную безопасность.

1.2. Влияние изменений климатических переменных на урожайность зерновых культур на Урале.

Пространственно-временная изменчивость урожайности исследовалась В.М. Пасовым на материалах ЦСУ с 1945 по 1980 год. Основная особенность данных исследований заключается в комплексном анализе многолетней изменчивости продуктивности с обязательным выделением трендовой и климатической составляющих урожайности. Изменчивость урожайности В.М. Пасов оценивал с помощью модифицированных коэффициентов вариации. [13].

Прогноз урожайности яровой пшеницы на Урале синоптико-статистическим методом рассмотрен в работах Л.Н. Ермаковой, Н.И. Толмачевой [14]. Процесс формирования урожайности подвержен влиянию атмосферной макроциркуляции, которая в значительной степени определяет климатические особенности района и является первопричиной изменений погоды, а значит, и продуктивности растений. Одним из методов прогноза продуктивности является синоптико-статистический, который позволяет проследить за изменениями циркуляционных условий в период

вегетации и использовать в качестве предикторов параметры атмосферной циркуляции предшествующих периодов, что увеличивает заблаговременность прогноза.

В качестве предикторов используются значения геопотенциала в узлах регулярной сетки, углы наклона осей гребней или ложбин к широтным кругам, число дней с циклонической и антициклонической циркуляциями и т. д. Применение данных методов для больших территорий даёт фоновое представление о продуктивности культурных фитоценозов. Большая степень детализации позволяет внести региональные поправки. В связи с этим на основе существующих методик разработана синоптико-статистическая схема прогноза урожайности яровой пшеницы на Урале для Пермской, Челябинской, Свердловской и Курганской областей с учётом особенностей атмосферной циркуляции. Данная работа доказала важность учёта атмосферных факторов в рассмотрении вопроса урожайности зерновых культур.

При построении математических моделей урожайности сельскохозяйственных культур, выращиваемых в открытом грунте, может быть предъявлен ряд требований. Производителя сельскохозяйственных культур урожайность интересует с точки зрения учёта параметра времени. Соответственно при построении математических моделей следует применять анализ временных рядов. Существуют различные подходы к анализу временных рядов. Однако большинство из них имеют определённые ограничения. Методика анализа временных рядов, которая рассмотрена в предложенной работе, имеет ряд преимуществ по сравнению с классическими методами анализа временных рядов. Этот метод позволит исследователю извлечь полезную информацию из зашумленных рядов, а также даст возможность определить базис прогнозной модели. Сингулярный спектральный анализ (SSA) – достаточно новый метод, успешно применяемый в различных областях наук от метеорологии и астрономии до биоинформатики. Этот метод позволяет сжать информацию, сгладить временные ряды, а также спрогнозировать их дальнейшую динамику. Метод хорошо применим для валютного и фондового рынков. Сингулярный спектральный анализ разработан для анализа динамики временных рядов. Метод SSA заключается в сингулярном разложении траекторной матрицы, которая получается из временных рядов. Сингулярный спектральный анализ (SSA) является частным случаем многомерного сингулярного спектрального анализа (MSSA). После получения информации о характере временных рядов следует учитывать его при спецификации моделей. В рамках настоящего исследования предложен гибридный подход построения модели, основанный на панельных и разночастотных данных.

Панельные данные состоят из наблюдений одних и тех же экономических единиц, которые осуществляются в последовательные периоды времени. Панельные данные насчитывают три измерения: признаки (переменные) – объекты – время. Для них разработаны специальные методы анализа. Преимущество анализа панельных данных перед другими методами заключается в том, что благодаря специальной структуре панельные данные позволяют строить более гибкие и содержательные модели и получать ответы на вопросы, которые недоступны только в рамках, например, моделей, основанных на пространственных данных. Также возникает возможность учитывать и анализировать индивидуальные отличия между экономическими единицами, что нельзя сделать в рамках стандартных регрессионных моделей. Часто ненаблюдаемые факторы коррелированы с другими переменными. В рамках моделей регрессии это означает, что ненаблюдаемый фактор является существенной переменной в модели и её исключение приводит к смещённым оценкам остальных параметров. Иными словами, модели с панельными данными позволяют получать более точные оценки параметров [15].

Модель на панельных данных является типичной моделью регрессии временных рядов, включающей в себя данные, отобранные с одной и той же частотой, учитывающей индивидуальные особенности некоторых групп исследуемого признака. Однако интерес представляет построение регрессионных моделей, которые объединяют данные с различными частотами дискретизации. На общем уровне интерес к регрессиям MIDAS часто затрагивает ситуацию на практике, когда соответствующая информация является высокочастотными данными, тогда как переменная, представляющая интерес, отбирается на более низкой частоте. Например, при моделировании урожай-

ности низкочастотная переменная – это урожайность, измеренная ежегодно, в то время как климатические и погодные данные представляют собой низкочастотную информацию, так как большинство погодных данных измеряется ежедневно, а также декадно и ежемесячно [16]. В рассмотренных нами работах также использовались методы и модели анализа временных рядов, однако не предложен агрегирующий аппарат, который бы позволял обновлять результаты исследования динамически, так как требуется постоянное уточнение спецификации моделей [13-16].

2. Исследовательская база и методология.

Анализ научных работ, связанных с исследованием урожайности зерновых культур, позволил сформировать информационную базу, а также осуществить комплексный подход к выбору методологии исследования.

В качестве результативной переменной рассматривается урожайность зерновых культур (пшеница, рожь) в сухостепной зоне России – y_t – в виде ежегодных наблюдений с 1935 по 2015 год. Для учёта географических факторов и качественного различия почвы в отдельных частях рассматриваемой области введены следующие фиктивные переменные, характеризующие географическую принадлежность к территориям посева:

$$d_{k_i} = \begin{cases} 1, \text{если это } k - \text{посевная зона} \\ 0, \text{иначе} \end{cases} \quad (3.1)$$

где $i = \overline{1,N}$ – номер наблюдения, $k = \overline{1,G}$ – номер территории посева, N – количество наблюдений, G – количество посевных зон.

В качестве основных регрессоров использованы следующие факторы, измеренные ежемесячно в период с 1935 по 2015 год, а также имеющие декадный характер измерения с 2001 по 2015 год.

- влажность воздуха (%);
- скорость ветра (м/с);
- атмосферное давление (гПа);
- объёмное содержание кислорода в воздухе (г/м^3);
- снежный покров (обеспеч. 99 %);
- осадки (обеспеч. 99 %);
- температура воздуха (°С).

Сложность представляет оценивание моделей на основе разночастотных данных. Урожайность – это низкочастотная переменная, которая измерена ежегодно, а агроклиматические факторы, которые измерены декадно и ежемесячно, являются набором высокочастотных данных.

Таким образом, исследование, представленное в работе, состоит из трёх этапов:

1. Определение структурного состава временных рядов урожайности и климатических регрессоров с помощью сингулярного спектрального анализа (SSA) для выявления структурных особенностей исследуемых рядов с целью логичной спецификации модели на основе разночастотных данных (MIDAS).

2. Построение динамических предсказательных моделей урожайности зерновых культур на основе разночастотных данных с учётом структурного состава ряда и географического положения зон посева.

3. Теоретическая и экспериментальная оценки эффективности разработанных методов и моделей.

Рассмотрим общую схему алгоритма сингулярного спектрального анализа временных рядов урожайности и климатических условий. Урожайность может быть представлена как сложение элементарных паттернов поведения, таких как тренд, сезонность, шумовые компоненты. Рассмотрим временной ряд урожайности $y_t = (y_0, y_2, .., y_{N-1})$, длины N.

- Шаг 1. Вложение

Процедура вложения переводит исходный временной ряд в последовательность многомерных векторов, то есть формируется L-траекторная матрица. L – это длина окна, равная половине длине исходного временного ряда. Траекторная матрица – это матрица вида (3.1). Процедура вложения образует $K = N - L + 1$ векторов вложения

$$X = (x_{ij})_{i,j=1}^{L,K} = \begin{pmatrix} y_0 & y_1 & y_2 & \cdots & y_{K-1} \\ y_1 & y_2 & y_3 & \cdots & y_K \\ y_2 & y_3 & y_4 & \cdots & y_{K+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{L-1} & y_L & y_{L+1} & \cdots & y_{N-1} \end{pmatrix} \qquad (3.2)$$

- Шаг 2. Сингулярное разложение

Результатом этого шага является сингулярное разложение (SVD= Singular Value Decomposition) траекторной матрицы ряда. Для этого находятся собственные значения траекторной матрицы и система собственных и факторных векторов.

- Шаг 3. Группировка

Затем производится группировка собственных троек по упорядоченным в порядке убывания собственным значениям траекторной матрицы.

- Шаг 4. Диагональное усреднение

На последнем шаге базового алгоритма каждая матрица сгруппированного разложения переводится в новый временной ряд длины N. Сопоставим каждой k-ой диагонали матрицы число g_{k-2}, получаемое как среднее арифметическое значение по формуле (3.3):

$$g_k = \begin{cases} \dfrac{1}{k+1}\displaystyle\sum_{j=1}^{k+1} z_{j,k-j+2}, \text{для } 0 \le k < L^* - 1, \\ \dfrac{1}{L^*}\displaystyle\sum_{j=1}^{L^*} z_{j,k-j+2}, \text{для } L^* - 1 \le k < K^* \\ \dfrac{1}{N-k}\displaystyle\sum_{j=k-K^*+2}^{N-K^*+1} z_{j,k-j+2}, \text{для } K^* \le k < N \end{cases} \qquad (3.3)$$

Выбор параметров, как правило, зависит и от того, какую задачу анализа необходимо решить. В базовом методе SSA есть два параметра. Первый – это целое L, длина окна, а второй параметр является структурным – это способ группировки собственных троек (компонент сингулярного разложения траекторной матрицы).

С практической точки зрения разделимость ряда означает, что в ряду можно выделить его составляющие компоненты: тренд, сезонные компоненты, шум. Если ряд состоит только из тренда, тогда первые несколько сингулярных векторов будут вести себя аналогично тренду. Таким образом, чтобы выделить тренд, нужно собрать все собственные тройки с медленно меняющимися сингулярными векторами.

Для выделения периодической компоненты из ряда достаточно идентифицировать те собственные тройки, которые соответствуют всем гармоникам с равными частотами, и сгруппировать их. Например, если в ряде присутствует сезонная компонента, а данные – помесячные, то необходимо искать периодики с частотами 1/12 (годовая), 1/6 (полугодовая), 1/4 (квартальная), 1/3, 1/2. Отметим, что некоторые из этих значений могут отсутствовать.

Выявленные особенности структурно-динамического анализа будут учтены при построении динамической модели прогнозирования на основе наблюдений, представляющих собой временные ряды с различной частотой наблюдения в рассматриваемом периоде (модели MIDAS).

В общем виде модель выглядит так (3.4):

$$y_t = \sum_{j=1}^{p} a_j y_{t-j} + \sum_{i=0}^{k} \sum_{j=0}^{l_i} \beta_j^{(i)} x_{im_i-j}^{(i)} + u_i \quad (3.4)$$

Оцениваемые параметры модели (3.5):

$$\beta_j^{(i)} = g^{(i)}(j, \lambda) \quad (3.5)$$

Данная модель также называется ADL-MIDAS моделью. Регрессоры $x_\tau^{(i)}$ обладают либо той же частотой, что и y_t, либо являются более высокочастотными.

3. Эмпирические результаты исследования.

Для исследования временных рядов и прогноза урожайности в рамках настоящего исследования выбраны 4 посевные зоны Оренбургской области:

d_{1_i} – Бузулукский район; d_{2_i} – Соль-Илецкий район; d_{3_i} – Чебеньки; d_{4_i} – Тоцкое.

Произведён предварительный анализ временных рядов урожайности при фиксации каждой фиктивной переменной, отвечающей за принадлежность посевной зоне, полученные результаты имеют схожие закономерности, поэтому произведём демонстрацию алгоритма только для фиксированной фиктивной переменной d_{1_i} (Бузулкский район). С помощью статистических тестов нами доказана нестационарность временного ряда, а также наличие тренда и сезонных компонент.

Для того, чтобы отделить накладывающиеся друг на друга сезонные колебания, а также определить периоды смены поведения линии тренда, проведём сингулярный спектральный анализ временного ряда.

Изображения разложения траекторной матрицы на собственные сингулярные тройки представлено на рисунке 1 (собственные вектора $U_{i,L-1}$-$U_{i,L-6}$).

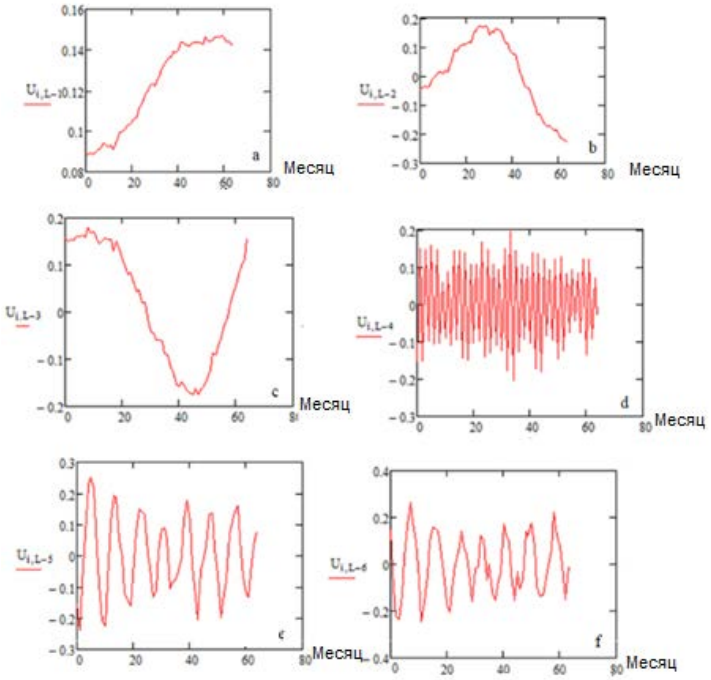


Рис. 1 – Элементарные восстановленные компоненты ряда

Первый, второй, третий графики, представленные на рисунке 1, отвечают за выявление тренда. В исследуемом временном ряде присутствует нелинейный тренд с переменчивой структурой, что говорит о том, что данный ряд не является рядом авторегрессии, и зависит от изменения сторонних факторов. Также можем заметить, что четвёртом, пятом, шестом графиках, представленных на рисунке 1, присутствуют регулярные колебания, что говорит о наличии сезонности с

различной частотой. Для подтверждения этого предположения построим двумерные диаграммы собственных векторов $U_{i,L-5}$-$U_{i,L-10}$, позволяющие провести идентификацию гармоник (рис. 2).

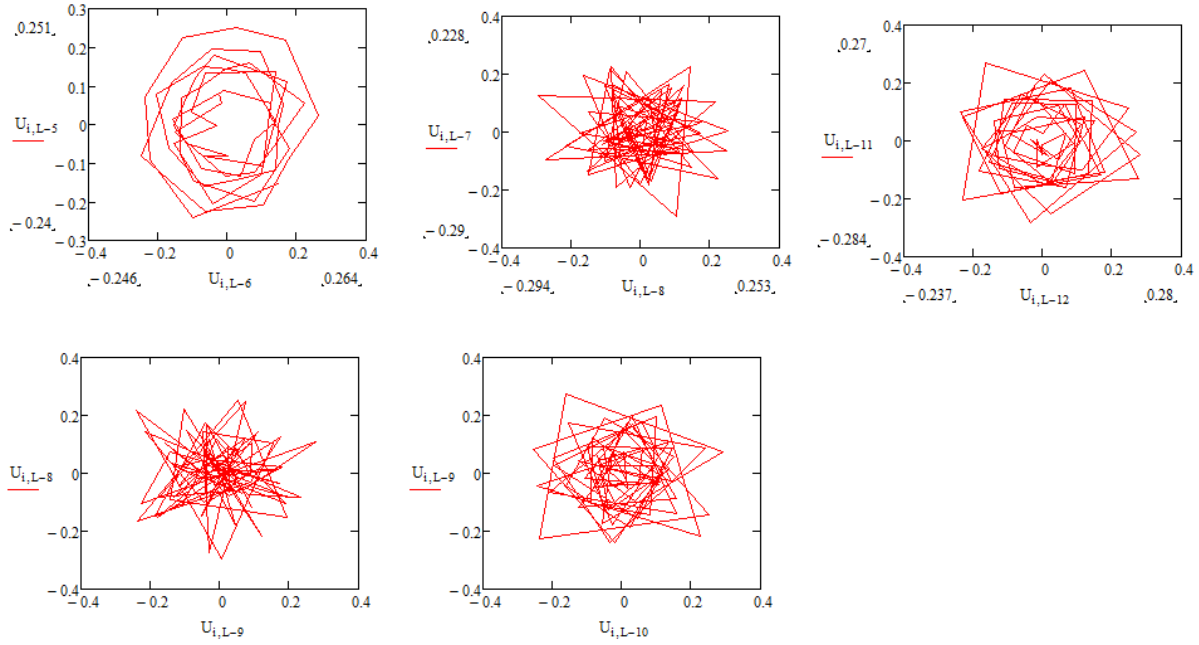


Рис. 2 – Двумерные диаграммы собственных векторов

На рисунке 2 различимы регулярные двумерные изображения, образующие двумерные траектории с вершинами, лежащими на кривой спиралеобразной формы. Таким образом, можем сделать вывод о том, что в рассматриваемом ряду присутствует несколько гармоник. Причём они отделимы и имеют различный период колебаний. Для того, чтобы определить период колебаний, был построен график логарифмов собственных чисел траекторной матрицы, представленный на рисунке 3.

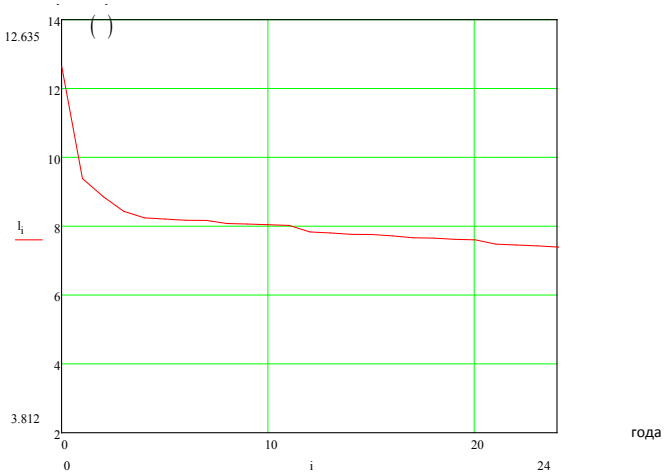


Рис. 3 – Логарифмы собственных чисел траекторной матрицы

На рисунке 3 отчетливо заметны «ступеньки», что говорит о наличии отделимых гармоник. Причём периоды сезонности составляют 3 года, 6 и 12 лет. А также несколько более мелких, шумовых гармоник, которые можно отнести к волатильности урожайности. Использование сингулярного спектрального анализа позволяет увидеть наслоение гармоник с кратными периодами колебаний.

Проведём аналогичное спектральное разложение для временного ряда осадков в Оренбургской области в рассматриваемом периоде. Рассмотрим результат сингулярного разложения траекторной матрицы ряда при аналогичной длине окна. На рисунке 4 приведено изображение собственных векторов из первых 4 собственных троек сингулярного разложения.

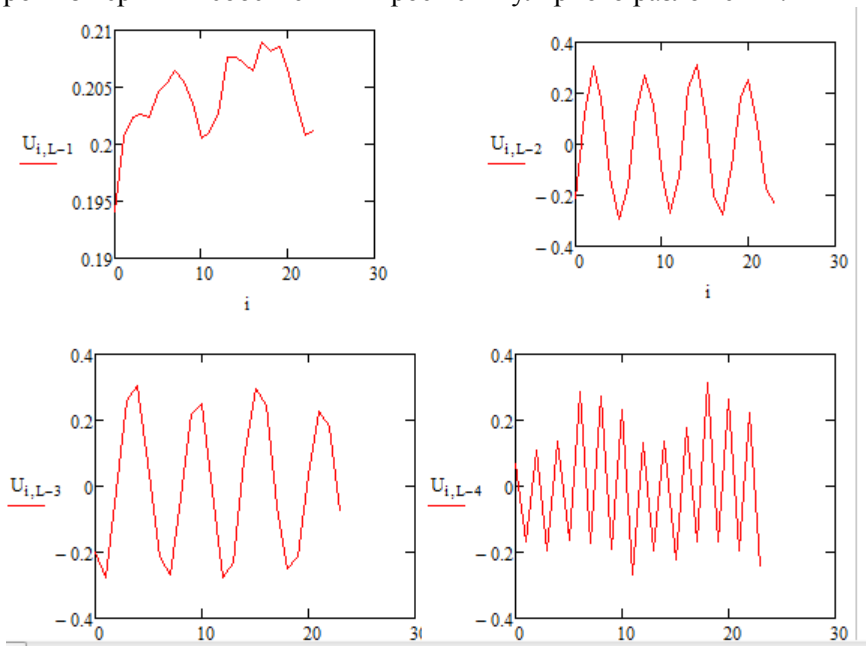


Рис. 4 – Элементарные восстановленные компоненты ряда

В данном случае сделать вывод о наличии тренда не представляется возможным, так как первые сингулярные тройки имеют рваный вид и не соответствуют ни гармоникам, ни монотонно ведущим себя числовым рядам. Можем заметить регулярные колебания на втором, третьем, четвёртом графиках, что говорит о наличии сезонности с различной частотой, но для подтверждения этого предположения необходимо построить двумерные изображения.

Заметим, что вид факторных векторов (правых сингулярных) практически не отличается от вида левых, так как длина окна близка к половине длины ряда. Если бы длина окна была меньше, то собственные вектора имели бы более регулярный вид по сравнению с факторными, которые содержали бы в себе, например, изменение амплитуд для гармонических компонент. Для идентификации собственных троек воспользуемся результатами о виде собственных векторов, соответствующих тренду и гармоникам при условии их приближенной разделимости (рис. 5).

На рисунке 5 нельзя различить регулярные двумерные изображения, образующие двумерные траектории с вершинами, лежащими на кривой спиралеобразной формы. Таким образом, можем сделать предположение о том, что гармоник в ряду нет, следовательно сезонности не наблюдается. Однако данное предположение идёт вразрез с большим количеством исследований данной тематики, поэтому проведём дополнительное исследование, так как логично предположить, что при выбранных параметрах происходит смешивание компонент ряда. На рисунке 6 (a, b) изображены логарифмы собственных значений, что вносит корректировки в первичное выделение тренда и сезонных составляющих.

Можем сделать предположение, что нерегулярное поведение сингулярных векторов говорит о том, что происходит перемешивание компонент, порождённое отсутствием сильной разделимости. Однако на рисунке 6b отчётливо заметна «ступенька», что может говорить о наличии отделимых гармоник. Также на рисунке 6b, начиная с 9 значения, можно увидеть тенденцию, говорящую о зашумленности сигнала. Проверим предположение, построив двумерную диаграмму 8 и 9 собственных векторов (рис. 7).

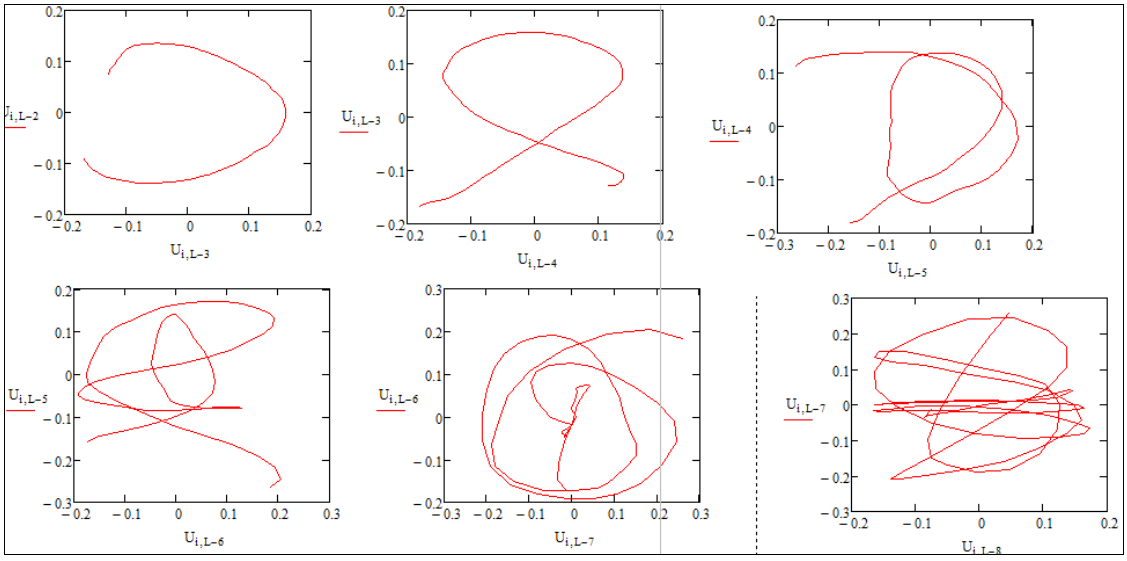


Рис. 5 – Двумерные диаграммы собственных векторов

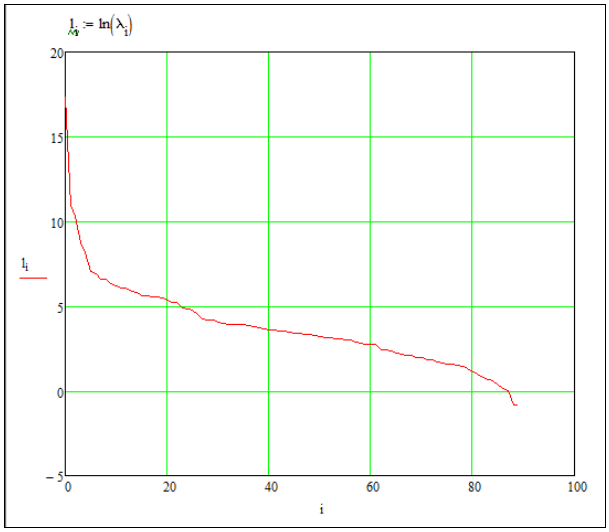


Рис. 6a – Логарифмы собственных чисел траекторной матрицы

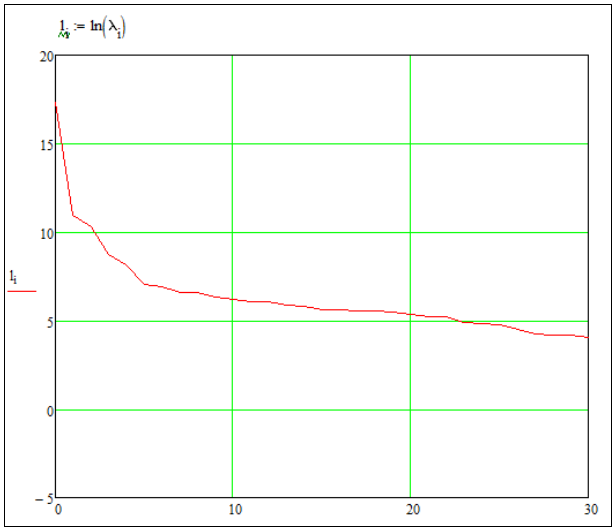


Рис. 6b – Логарифмы первых 30 собственных чисел траекторной матрицы

На основании полученных данных можем сделать вывод о наличии отделимой сезонной компоненты. Медленное, почти без скачков убывание собственных значений говорит о наличии шума в сигнале. Также подтверждением правильности разделения сигнала и шума является проверка на принадлежность к шуму компоненты ряда, полученной по «шумовым» собственным тройкам, стандартными статистическими методами. При анализе исходного временного ряда пришлось столкнуться с проблемой перемешивания компонент ряда, то есть с проблемой отсутствия сильной разделимости, вызванной близкими собственными числами, соответствующим разным компонентам. Стоит заметить, что рассматриваемый временной ряд является достаточно специфичным в связи с сильной волатильностью рассматриваемых значений, ведь нередко после затяжной засухи выпадает рекордное количество осадков, что вызывает осложнения при анализе числовой

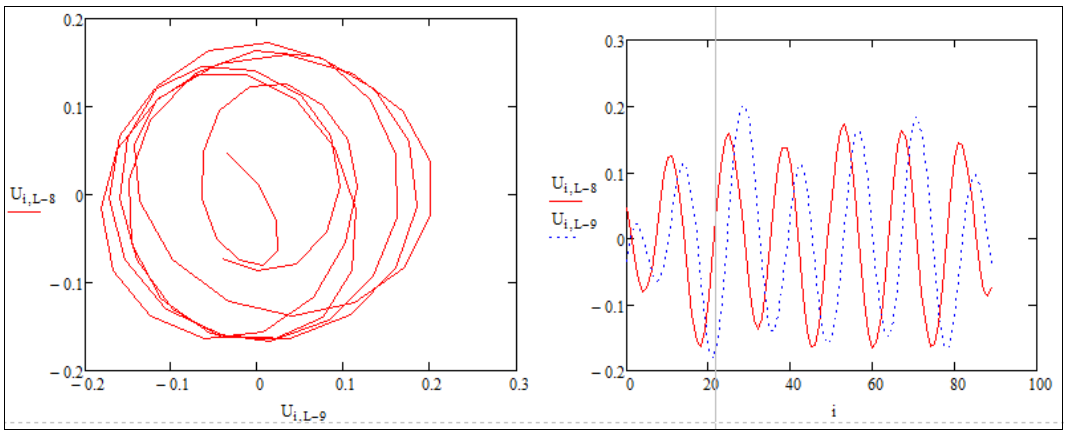


Рис. 7 – Двумерная диаграмма 8 и 9 собственных векторов и их графики

информации только осадков, без учёта температуры воздуха и атмосферного давления. Однако в результате исследовании обоих временных рядов (осадков и урожайности) удалось выявить сезонность периодами, кратными трём.

С учётом выявленные структурных особенностей проведена апробация MIDAS-модели на основе данных об урожайности яровой пшеницы в Бузулукском районе Оренбургской области (y_t), а в качестве регрессоров – такие декадные данные метеоусловий, как средняя температура воздуха, влажность воздуха, процент осадков от нормы, промерзание почвы и высота снега. Оценивание коэффициентов модели произведено с помощью языка программирования Python и дополнительного пакета midaspy с помощью нелинейного метода наименьших квадратов. Результатом оценивания служит сильно разряженная матрица коэффициентов, при этом к оцениваемым параметрам также относятся и величины лагов при объясняемой переменной.

Анализ блока коэффициентов a_j, отвечающих за лаговые значения зависимой переменной, показал, что урожайность текущего периода зависит от урожайности предыдущего года прямо пропорционально с положительным знаком. Что свидетельствует о том, что урожайность текущего периода зависит от качества посевных культур, являющимися результатом урожайности предыдущего периода.

Анализ блока коэффициентов $\beta_j^{(1)}$, отвечающих за количество осадков, подтвердил гипотезу о влиянии. Значимыми лаговыми переменными оказались переменные осенних и весенних периодов. Также лаговые переменные температуры воздуха значимыми оказались для весенних и осенних периодов, о чём свидетельствует анализ блока коэффициентов $\beta_j^{(2)}$. Показатель влажность воздуха значим только в летнем периоде (блок $\beta_j^{(3)}$). А в зимние периоды оказался положительно значим показатель высоты снега.

Поскольку данные измерены как в пространстве, так и во времени, то практический интерес представляют модели панельных данных.

В качестве зависимой переменной выступает урожайность зерновых культур, объектами выступают районы Оренбургской области (Бузулукский, Соль-Илецкий районы, Чебеньки, Тоцкое), к регрессорам относятся влажность воздуха (%), скорость ветра (м/с), атмосферное давление (гПа), объёмное содержание кислорода в воздухе (г/м^3), снежный покров, осадки, температура воздуха (°С), а также их квадраты. Так как в результате спектрального анализа и построенной модели MIDAS выявлено наличие сезонных компонент, то к факторам осадки и температура воздуха добавим мультипликативно коэффициент сезонности, чтобы определить степень влияния. Общий вид регрессионной модели с фиксированными записывается как:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 air_humidity_{it} + \beta_2 air_humidity^2_{it} +$$
$$+ \gamma wind_{it} + \delta_1 atmo_pressure_{it} +$$
$$+ \delta_2 oxygen_{it} + \delta_3 snow_{it} + \delta_4 precipitation_{it} +$$
$$+ \delta_5 precipitation^2_{it} + \delta_6 tem_{it} + \delta_7 tem^2_{it} +$$
$$+ \upsilon_1 Q3precipitation_{it} + \upsilon_2 Q3precipitation^2_{it} +$$
$$+ \upsilon_3 Q3tem_{it} + \upsilon_4 Q3tem^2_{it} + \varepsilon_{it}$$

где α_i – индивидуальные эффекты, $\beta,\gamma,\delta,\upsilon$ – неизвестные коэффициенты, подлежащие оцениванию, Q3 – фиктивная переменная третьего периодичного наблюдения, ε_{it} – ошибка со следующими свойствами: $M(\varepsilon_{it})=0, M(\varepsilon^2_{it})=\sigma^2$, $cov(\varepsilon_{it},\varepsilon_{ps})=0$, если $j\neq p$ или $t\neq s$, $cov(\varepsilon_{it},x_{j,ps})=0$, $i,p=\overline{1,n}$, $t,s=\overline{1,T}$, $j=\overline{1,k}$.

В результате оценивания модели получили двунаправленную модель с фиксированными эффектами, то есть значимы не только индивидуальные природно-климатические особенности муниципальных образований, но и временные эффекты (табл. 3).

Таблица 3. **Результаты оценивания модели регрессии с фиксированными эффектами для урожайности**

Коэффициент	Оценка параметра	Стандартное отклонение	p-значение
β_1	0,008	0,009	0,10
β_2	0,97	0,84	0,54
γ	0,87	0,76	0,57
δ_1	0,002***	0,002	0,00012
δ_2	0,153***	0,051	0,00093
δ_3	0,017***	0,021	0,00059
δ_4	-0,105***	0,012	0,00032
δ_5	0,05***	0,013	0,00095
δ_6	8,342***	1,814	0
δ_7	-16,241***	3,845	0
υ_1	0,351***	0,065	0,00037
υ_2	-0,0025***	0,012	0,00045
υ_3	0,3254***	0,035	0,00095
υ_4	-0,8553***	0,054	0,00085

Примечание: *** – на уровне значимости 0,01

Таким образом, результаты показывают, что большинство квадратов климатических переменных значимы ежегодно и сезонно на уровне 1 % значимости, что подразумевало, что климат оказывает нелинейное влияние на продуктивность зерновых культур.

Также произведено ранжирование муниципальных образований по значениям оценок индивидуальных эффектов. Самым «плодородным» оказались Соль-Илецкий и Бузулукский районы Оренбургской области.

4. Заключение и рекомендации.

В результате произведённого исследования разработана методология интерактивного мониторинга агроклиматических факторов, оказывающих влияние на урожайность зерновых культур в сухостепной зоне России на примере Оренбургской области с учётом географических и отраслевых особенностей. В результате проведённого моделирования получены следующие результаты. Фактор времени оказывает влияние как в линейном, так и в квадратичном значении. Интерес представляет анализ факторов, отвечающих за осадки. Значимость линейного вхождения позволяет утверждать, что увеличение среднегодового количества осадков (осадков) на 1 мм (при прочих равных условиях) приведёт к увеличению урожайности зерновых культур более чем на 0,825 %. Однако расширенная модель MIDAS позволила выявить, что увеличение среднего количество осадков в течение всего весеннего и летнего периодов негативно сказывается на урожайности. Наиболее «полезными» для урожайности являются осенние осадки. Также нелинейное влияние оказывает такой параметр, как среднегодовая температура. Коэффициент при квадрате температуры положителен и значим. Следовательно, при прочих равных условиях возможно определение оптимальной температуры для повышения урожайности. Общая трактовка коэффициентов при среднегодовой температуре позволяет утверждать, что повышение среднегодовой температуры на 1 °С может снизить уровень продуктивности зерновых культур на 17 %, что является логичным в рамках рассматриваемого района в период засухи. Этот негативный эффект, вероятно, ухудшится с ускорением климатических изменений в будущем. Более детальный анализ температуры в течение года позволяет сделать вывод о том, что коэффициенты температуры значимы и оказывают сильное влияние на зерновые культуры, так как уровень значимости составляет 1 %. Детальный анализ коэффициентов сезонной температуры позволил сформулировать следующие выводы: при умеренном повышении температуры в осенние и весенние периоды урожайность увеличивается, что может быть связано с вегетационными периодами зерновых культур. Однако установлено, что повышение температуры в течение летнего сезона отрицательно связано с урожайностью зерновых культур, а значимость коэффициента при нелинейном вхождении температуры в летнее время позволяет сделать вывод о том, что существует оптимальная температура для увеличения урожайности зерновых культур.

Применение эконометрической модели, построенной на разночастотных данных, позволило определить структурные влияния на урожайность ключевых вегетативных периодов зерновых культур в течение всего года. Кроме того, в результате исследования с помощью языка программирования Python разработано универсальное программное средство, позволяющее быстро производить оценку моделей, не только в рамках предметной области урожайности, но и на примере других данных, в которых важным фактором является динамическая взаимосвязь различных показателей во времени. Таким образом, установлено что предложенный подход, основанный на проведении агрегации результатов сингулярного спектрального анализа, позволяет сэкономить время для подбора спецификации модели.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0026)

Литература

1. Максютов Н.А., Жданов, В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. 2-е доп. изд. Оренбург: ООО «Печатный дом «Димур», 2008. 232 с.

2. Ковтун В.И. Влияние селекции на качество зерна на юге России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2010. № 27-1. С. 9-11.

3. Бюллетени о состоянии сельского хозяйства [Электронный ресурс] // Каталог публикаций: Федеральная служба государственной статистики. 2018. 10 ноября. url: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/stat-istics/publications/catalog/doc_1265196018516 (дата обращения: 10.11.2018).

4. Eyshi E.R. Effects of heat and drought stress on cereal crops across spatial scales: дис. ... канд. фил. наук. Бонн, 2016.

5. Ontel I., Vladut A. Impact of drought on the productivity of agricultural crops within the Oltenia Plain, Romania // Geogr. Pannonica. 2015. 19(1). P. 9-19.

6. Cereal productivity in west africa: a panel data analysis / M.I. Adah, O. K. Omolade, C.V. Iwuoha // American Journal of Business, Economics and Management. 2017. 5(4). P. 38-43.

7. Metaksa O.B. Impact of weather variations on cereal productivity and influence of agro-ecological differences in ethiopian crop production // East Africa Research Papers in Economics and Finance. 2016. 7. P. 1-36.

8. The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis Robert Mendelsohn, William D. Nordhaus and Daigee Shaw // The American Economic Review. 1994. 84(4). P. 753-771.

9. George T. Why crop yields in developing countries have not kept pace with advances in agronomy // Global Food Security. 2014. 3(1). P. 49-58. doi: 10.1016/j.gfs.2013.10.002

10. Skees J., Hazell P.B.R., Miranda M. New approaches to crop yield insurance in developing countries // Environment and Production Technology Division (EPTD) discussion papers 55, International Food Policy Research Institute (IFPRI). 1999. P. 1-27.

11. Understanding the Changes in Global Crop Yields Through Changes in Climate and Technology / E. Najafi, D. Naresh, R. M. Khanbilvardi, K. Felix // Earth's Future. 2018. 6(3). P. 410-427. doi: 10.1002/2017EF000690

12. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates / Z. Chuang, L. Bing, P. Shilong, W. Xuhui, D.B. Lobell, H. Yao etc. // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2017. 114(35). P. 9326-9331. doi: 10.1073/pnas.1701762114

13. Аксарина Е.А., Пасов В.М. Прогноз урожайности яровой пшеницы до сева в Казахстане на основе использования особенностей развития циркуляции в атмосфере // «Экспресс-информация» ВНИИГМИ-МЦД. 1978. Вып. 1(51). С. 12-20.

14. Ермакова Л.Н., Толмачева Н.И. Прогноз урожайности яровой пшеницы на Урале синоптико-статистическим методом // Географический вестник. 2006. 2(4). С. 111-114.

15. Bollen K.A., Brand J.E. A general panel model with random and fixed effects: a structural equations approach // Social Forces. 2010. 89(1). P. 1-34.

16. Ghysels E., Santa-Clara P., Valkanov R. The MIDAS Touch: Mixed Data Sampling Regression Models // CIRANO Working Papers. 2004. 20. P. 1-33.

Болодурина Ирина Павловна, доктор технических наук, доцент, профессор, заведующий кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13; ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)37-25-36, e-mail: ipbolodurina@yandex.ru

Парфёнов Денис Игоревич, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, тел.: 8(3532)91-21-94, e-mail: parfenovdi@mail.ru

Пивоварова Кристина Валерьевна, аспирант кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, тел.: 8(3532)37-25-36, e-mail: kristinapiv@mail.ru

Поступила в редакцию 29 октября 2018 года

UDC 632.11.:633.1:631.559(470.56)

Bolodurina Irina Pavlovna[1,2], Parfenov Denis Igorevich[2], Pivovarova Kristina Valeryevna[2]

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

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

Peculiarities of influence of changing climatic conditions on grain crop yield in the dry-steppe zone of Russia

Summary. In the framework of this study, the analysis of effect of weather changes on the yield of grain crops in the dry-steppe zone of Orenburg Region of the Russian Federation was performed. It has been established that many factors associated with weather have a significant impact on the yield of grain crops. As part of the study, the existence of both linear and nonlinear dependencies between the indicators under consideration was determined. An approach based on the identification of the trend and seasonal components using singular spectral analysis is proposed. The dependence of the yield in the dry-steppe zone of Russia is modeled on the example of Orenburg region using econometric models based on sets of different frequency data and a panel data model. An algorithm for modeling the yield of grain crops depending on agro-climatic factors has been developed.

Key words: grain crops, yield, interactive monitoring, MIDAS models, spectral singular analysis, mathematical modeling, econometric modeling

УДК 635.21:631.8:631.524

Биометрические изменения картофеля (*SOLANUM TUBEROSUM)* под влиянием наночастицы SiO_2

Т.А. Пашинина, А.А. Мушинский, Е.В. Аминова, Д.М. Муслюмова, Т.П. Богадица
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В последние годы становятся актуальными исследования по влиянию наноме-таллов на состояние почвенных экосистем, в том числе и кремния, который, как известно, положительно влияет на растения в стрессовых ситуациях. Мы впервые изучили воздействие наночастиц SiO_2 в концентрациях с геометрической прогрессией (0,03; 0,09; 0,18; 0,21 и 0,36 г/кг) на рост и развитие картофеля (*SOLANUM TUBEROSUM)*. Нами было показано, что на 14 день опыта после обработки клубней энергия прорастания при концентрации НЧ SiO_2 0,09 г/кг происходила достоверное увеличение длины ростков на 21,4 % и корней – до 6,8 % относительно контроля. Стимуляция длины корней на 27,8-21,0 % наблюдалась при концентрациях 0,18 и 0,21 г/кг. По результатам полевых исследований максимальная масса стеблей и клубней картофеля наблюдалась при концентрации 0,09 г/кг и 0,18 г/кг SiO_2, что подтвердило отсутствие токсических свойств НЧ SiO_2.

Ключевые слова: картофель, клубни, оксид кремния, наночастицы, энергия прорастания, продуктивность.

Введение.

На сегодняшний день во многих странах мира наноматериалы и нанотехнологии находят применение практически во всех областях сельского хозяйства [1, 2].

В промышленности расширяются возможности применения кремния в виде наночастиц, так как наночастицы металлов менее токсичны и отличаются пролонгированным воздействием на биологические объекты [3]. На основе наноразмерных частиц кремния созданы биопрепараты нового поколения, которые успешно испытаны в растениеводстве и животноводстве [4], в том числе исследования и выводы ведущих мировых ученых выдвигают свойства кремния на первое место [5-7].

В настоящее время исследования, направленные на изучение стимулирующего и ингибирующего воздействия наночастиц на растения и выяснение пороговых доз НЧ, являются актуальными [8, 9]. Диоксид кремния является одним из 10 основных НЧ с объёмом производства более 100 т в год и с каждым годом объёмы его производства продолжают расти [10]. При этом особую актуальность исследования приобретают в связи с тем, что экспонированные наноме-таллы в почвах могут влиять как положительно, так и отрицательно на плодородие и продуктивность почвы, а также ставить под угрозу стабильность и функции почвенной экосистемы [9, 11].

Картофель, занимая третье место по объёму производства в мире (после риса и пшеницы), является стратегической культурой и с точки зрения продовольственной безопасности [12, 13]. Клубни картофеля – это конечный продукт в сельском хозяйстве, который развивается в непосредственном контакте с почвой [14], вследствие чего почвенные растворы непосредственно воздействуют на клубни.

Литературные источники обеспечивают достаточное количество работ по чувствительности отдельных представителей сельскохозяйственных растений к НЧ SiO_2 [15, 16], в то время как картофель, являющийся продуктом питания, богатым питательными веществами [17], недостаточно изучен в этом отношении [18].

Цель исследования.

Изучение воздействия наночастиц SiO_2 на биометрические показатели картофеля.

Материалы и методы исследования.

Объекты исследования. Клубни картофеля (Solanum tuberosum) сорта «Ицил».

Схема эксперимента. Полевые и лабораторные эксперименты на клубнях и растениях картофеля проводились за период с 2017 по 2018 гг. Закладка опыта проводилась на орошаемом участке п. Краснохолм Илекского района Оренбургской области.

В исследованиях использовали наночастицы оксида кремния (НЧ SiO_2) размером 30,7±0,3 нм, ζ-потенциал – 27±0,12 мВ, полученные методом плазмохимического синтеза (ООО «Передовые порошковые технологии», г. Томск, Россия). Оценка безопасности наноматериалов в лаборатории проводилась в 5 концентрациях с геометрической прогрессией (0,03; 0,09; 0,18; 0,21 и 0,36 г/кг картофеля) и в 3-х повторностях.

Перед началом эксперимента клубни картофеля дезинфицировали в 0,01 % KMnO4 в течение 5 минут, после промывали дистиллированной водой, выкладывали в пластиковые контейнеры по 10 шт.

Отдельно готовили суспензии НЧ SiO_2, для чего растворяли точные навески препарата в дистиллированной воде (до конечных концентраций 0,03; 0,09; 0,18 и 0,21 г/кг по кремнию) и обрабатывали в ультразвуковом диспергаторе в течение 30 минут. Затем образцы клубней заливали 100 мл свежеприготовленными суспензиями НЧ SiO_2, встряхивали контейнер в течение 5 минут и сливали суспензию.

В качестве контроля использовали необработанные клубни НЧ (0 г/кг).

После этого контейнеры с клубнями проращивали в климатической камере при температуре +23±1 °С и влажности 83±2 % в течение 28 дней.

Параллельно проводился полевой опыт. Обработанные той же концентрацией клубни картофеля были высажены 16 мая в открытый грунт в 4-кратной повторности по 10 клубней. Закладка опыта проводилась согласно методике полевого опыта Б.А. Доспехова [19] и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [20]. Площадь делянки – 42 м^2 (30×1,4). Элементы структуры урожая картофеля определяли на 56 и 70 сутки.

Почва полевого опытного участка – чернозём южный, с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2 %, с низкой обеспеченностью подвижными формами азота – 6,35 мг/100 г почвы, фосфора – 8,63...9,96 мг/100 г почвы и средним обменным калием – 22 мг/100 г почвы.

Оборудование и технические средства. Диспергатор УЗДН, f-35 кГц, N-300 Вт (Россия), климатическая камера (POL-EKO-APARATURA SP.J., Польша). Учёт массы клубней с куста производили весами ВЭТ-6-1С (Россия). Полив осуществляли дождевальной установкой ДМ-100 «Фрегат» (Россия), посадку – картофелесажалкой GRIMME, GL 34 T четырёхрядная («Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG», Германия).

Статистическая обработка. При обработке экспериментальных данных использовали метод дисперсионного анализа с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

Зарубежные авторы считают, что показатели прорастания семян растений, а также их устойчивость к экзогенным стрессовым факторам являются косвенными параметрами [18]. Результаты вегетационных исследований показали, что во время прорастания клубней при их обработке SiO_2 концентрацией 0,09 г/кг происходило достоверное увеличение длины ростков на 21,4 % ($P \leq 0,05$) и корней – до 6,8 % относительно контроля (рис. 1). При концентрации 0,36 г/кг металл оказывал отрицательное воздействие на энергию прорастания клубней и длину ростков в сравнении с контролем на 50 %. На остальных концентрациях длина ростка была приближена к контролю. Напротив, стимуляция длины корней на 27,8-21,0 % наблюдалась при концентрациях 0,18 и 0,21 г/кг нанометалла в сравнении с контролем. На 21 день опыта почти на всех вариантах увеличилась длина ростков в сравнении с контролем от 16,6 до 55,3 %.

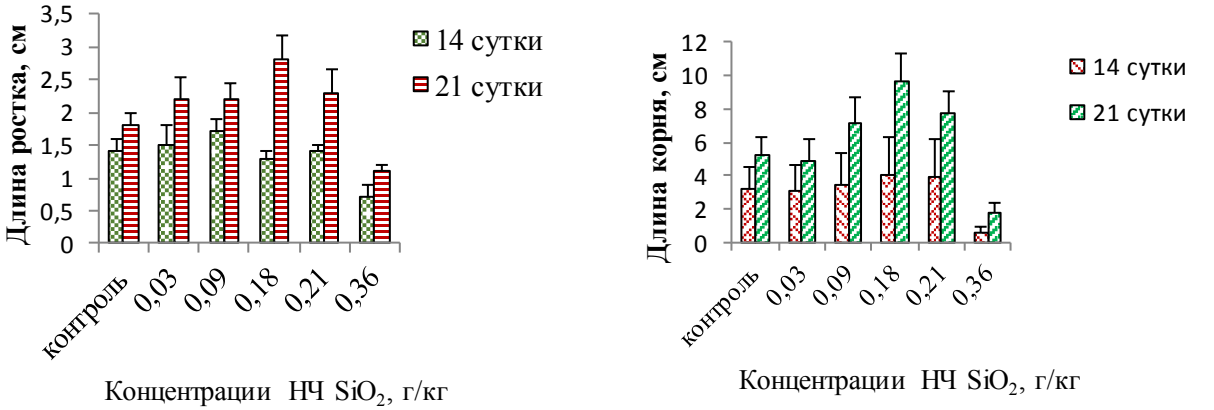


Рис. 1 – Биометрические показатели картофеля после воздействия наночастиц оксида кремния

По результатам полевых исследований, максимальная масса стеблей на 56 сутки после посадки наблюдалась при концентрации НЧ SiO_2 0,18 г/кг и 0,21 г/кг, соответственно – 520,6 г и 532,9 г, что превышало контроль на 21,1 % и 24,0 % (рис. 2). Однако на 70 сутки наибольшая масса стеблей отмечалась в вариантах с концентрациями НЧ SiO_2 0,09 г/кг и 0,18 г/кг и превышала контроль в 2 раза.

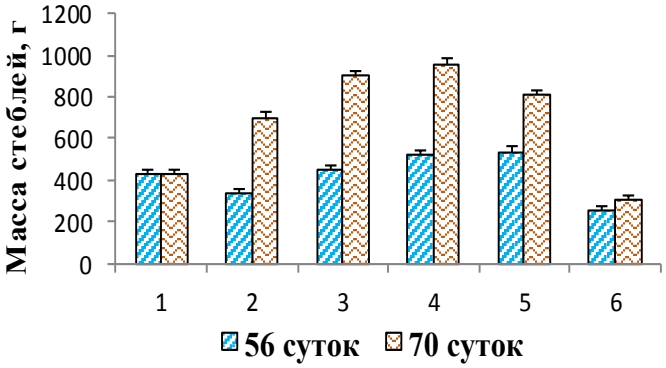


Рис. 2 – Масса стеблей с одного растения, г

Примечание: 1 – контроль (без обработки), 2 – концентрация SiO_2 0,03 г/кг, 3 – концентрация SiO_2 0,09 г/кг, 4 – концентрация SiO_2 0,18 г/кг, 5 – концентрация SiO_2 0,21 г/кг, 6 – концентрация SiO_2 0,36 г/кг

Анализируя данные по массе листьев, следует отметить, что наибольшее значение наблюдалось при концентрации SiO_2 0,21 г/кг и превышало показатели контроля на 267,8 % ($P \leq 0,05$).

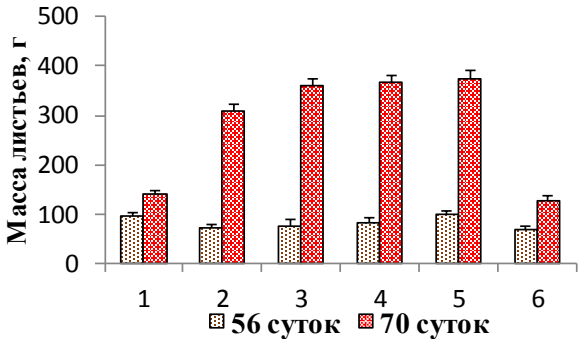


Рис. 3 – Масса листовой поверхности с одного растения, г

Примечание: 1 – контроль (без обработки), 2 – концентрация SiO_2 0,03 г/кг, 3 – концентрация SiO_2 0,09 г/кг, 4 – концентрация SiO_2 0,18 г/кг, 5 – концентрация SiO_2 0,21 г/кг, 6 – концентрация SiO_2 0,36 г/кг

Исследования показали, что максимальное количество клубней отмечено как на 56 сутки, так и на 70 в контрольном варианте – 12 и 15 штук соответственно (рис. 4). Анализируя данные, следует отметить, что статистически недостоверно отличались варианты с концентрациями НЧ SiO_2 0,03…0,36 г/кг от контроля.

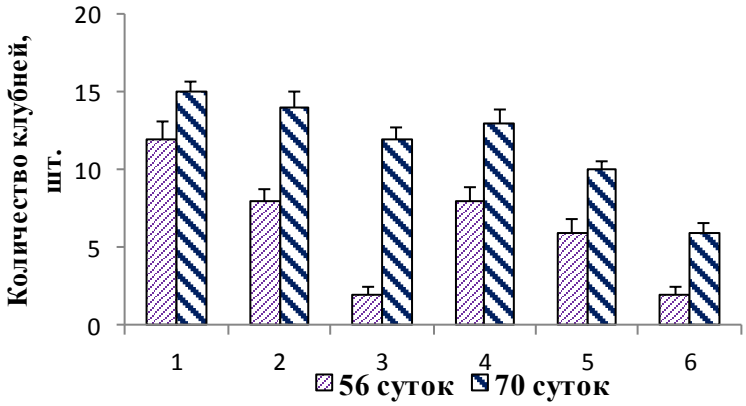


Рис. 4 – Количество клубней с одного растения, шт

Примечание: 1 – контроль (без обработки), 2 – концентрация SiO_2 0,03 г/кг, 3 – концентрация SiO_2 0,09 г/кг, 4 – концентрация SiO_2 0,18 г/кг, 5 – концентрация SiO_2 0,21 г/кг, 6 – концентрация SiO_2 0,36 г/кг

Через 56 суток после посадки средняя масса одного клубня при концентрации НЧ SiO_2 0,18 г/кг и 0,21 г/кг соответственно увеличилась на 18,7 г и 17,7 г ($P \leq 0,05$) относительно контроля. На 70 сутки достоверное увеличение ($P < 0,05$) массы клубней установлено при концентрации SiO_2 0,09 г/кг (358,2 г) и 0,18 г/кг (398,4 г) (рис. 5).

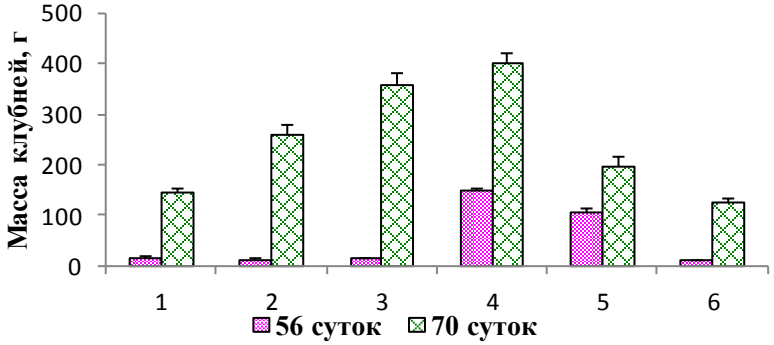


Рис. 5 – Средняя масса клубней с одного растения, г

Примечание: 1 – контроль (без обработки), 2 – концентрация SiO_2 0,03 г/кг, 3 – концентрация SiO_2 0,09 г/кг, 4 – концентрация SiO_2 0,18 г/кг, 5 – концентрация SiO_2 0,21 г/кг, 6 – концентрация SiO_2 0,36 г/кг

Таким образом, более высокая концентрация НЧ SiO_2 (0,36 г/кг) вызывала снижение массы стеблей, листьев и продуктивности картофеля.

Обсуждение полученных результатов.

Основными физиологическими показателями растений токсического воздействия НЧ являются энергия прорастания, удлинение корней, биомассы и количество листьев [21]. В своей работе Yang Jie [22] указывает, что некоторые НЧ могут иметь существенные негативные последствия, такие как снижение всхожести семян и подавление роста растений, и даже могут вызвать

гибель. Ряд исследователей [23, 24] также нашли негативные последствия НЧ на рост растений, в том числе на всхожесть семян, длину ростков, биомассу и экспрессию генов.

Результаты вегетационных и полевых исследований показали, что обработка клубней кремнезёмом в наноформе в целом улучшает ростовые параметры картофеля, за исключением концентрации 0,36 г/кг. В подтверждение этого имеется ряд работ, частично согласующихся с полученными нами данными [25-27]. В своих исследованиях учёные [28] наблюдали, что высокая доза кремния вызвала снижение высоты растений, как и в нашем эксперименте. Таким образом, подчёркивается, что проявление биологических эффектов НЧ SiO_2 напрямую зависит от концентрации и химической природы наноразмерного металла [8, 9, 29], и от вида растений [30].

Возможно, что стимулирование развития надземных и подземных органов Solánum tuberósum наночастицами SiO_2 связано с ролью кремния как биогенного макроэлемента в растениях.

Выводы.

Обобщая полученные результаты по биологической активности НЧ оксида кремния в отношении модельного растения Solánum tuberósum, можно заключить, что на начальных этапах нанометалл способствовал торможению роста растений, но к концу экспозиции, в вегетационном и в полевом опыте, оказывал стимулирующее действие на рост как надземных, так и подземных органов растений при концентрации 0,18 г/кг.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0032)

Литература

1. Ling Y., Yatts D. Particle Surface Characteristics May Play an Important Role in Phytotoxicity of Aluminia Nanoparticles // Toxicology Letters. 2005. 158. P. 122-132.

2. Uptake, translocation, and accumulation of manufactured iron oxide nanoparticles by pumpkin plants / H. Zhu, J. Han, J.Q. Xiao & Y. Jin // Journal of Environmental Monitoring. 2008. 10(6). P. 713-717.

3. Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э. Биологически активные нанопорошки железа. М.: Наука, 2006. 124 с.

4. Закономерности строения и биологической активности нанокристаллических порошков железа / И.П. Арсентьева, Э.Л. Дзидзигури, Н.Д. Захаров, Г.В. Павлов, Б.К. Ушаков, Г.Э. Фолманис, А.А. Арсентьев // Перспективные материалы. 2004. № 4. С. 64-68.

5. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review / Y. Liang, W. Sun, Y-G Zhu, P. Christie // Environmental Pollution. 2007. 147. P. 422-428.

6. E. Epstein. Silicon: its manifold roles in plants // Annals of Applied Biology. 2009. 155. P. 155-160.

7. О подвижных формах кремния в растениях / В.В. Матыченков, Е.А. Бочарникова, А.А. Кособрюхов, К.Я. Биль // Доклады академии наук РАН. 2008. Т. 418. № 2. С. 279-281.

8. Effects of Cerium and Titanium Oxide Nanoparticles in Soil on the Nutrient Composition of Barley (Hordeum vulgare L.) Kernels / F. Pošćić, A. Mattiello, G. Fellet, F. Miceli, L. Marchiol // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2016. Jun 9. 13(6). 577. doi: 10.3390/ijerph13060577.

9. Arbuscular mycorrhizae alleviate negative effects of zinc oxide nanoparticle and zinc accumulation in maize plants–A soil microcosm experiment / F. Wang, X. Liu, Z. Shi, R. Tong, C.A. Adams & X. Shi // Chemosphere. 2016. V. 147. P. 88-97.

10. Nanotechnology in the real world: redeveloping the nanomaterial consumer products inventory / M.E. Vance, T. Kuiken, E.P. Vejerano, S.P. McGinnis, M.F. Jr. Hochella, D. Rejeski et al // Beilstein Journal of Nanotechnology. 2015. V. 6. P. 1769-1780. doi.org/10.3762/bjnano.6.181.

11. Simonin M., Richaume A. Impact of engineered nanoparticles on the activity, abundance, and diversity of soil microbial communities: a review // Environmental Science and Pollution Research. 2015. V. 22. P. 13710-13723.

12. In vitro screening of salt tolerance in potato (Solanum tuberosum L.) varieties / M.S. Zaman, G.M. Ali, A. Muhammad, K. Farooq, I. Hussain // Sarhad Journal of Agriculture. 2015. V. 31. P. 106-113.

13. Orange Flesh Sweet Potatoes (Ipomea batatas) Consumption for Food Diversification and Nutritional Security of Cocoa Producers' Population in Nawa Region, Côte d'Ivoire / A.E. Agbo, B.A. Yoboué, A.G. Konan, C. Kouamé, K. Brou and G.G. Tiahou // Journal of Food Security. 2018. 6(3). P. 107-113. doi: 10.12691/jfs-6-3-2.

14. Silicon fertilization of potato: expression of putative transporters and tuber skin quality / V.K.R Vulavala, R. Elbaum, U. Yermiyahu, E. Fogelman, A. Kumar, I. Ginzberg // Planta. 2015. V. 243(1). P. 217-229. doi.org/10.1007/s00425-015-2401-6.

15. Comparison of silicon nanoparticles and silicate treatments in fenugreek / S. Nazaralian, A. Majd, S. Irian, F. Najafi, F. Ghahremaninejad, T. Landberg, M. Greger // Plant Physiology and Biochemistry. 2017. V. 115. P. 25-33. doi.org/10.1016/j.plaphy.2017.03.009.

16. Effects of silicon nanoparticles on molecular, chemical, structural and ultrastructural characteristics of oat (Avena sativa L.) / F. Asgari, A. Majd, P. Jonoubi, F. Najafi // Plant Physiology and Biochemistry. 2018. V. 127. P. 152-160.

17. Potential of golden potatoes to improve vitamin A and vitamin E status in developing countries / C. Chitchumroonchokchai, G. Diretto, B. Parisi, G. Giuliano, M.L. Failla // PLoS One. 2017. V. 12(11). e0187102. doi.org/10.1371/journal.pone.0187102.

18. Salah M.H., Gowayed H.S.M., Al-Zahrani E.M.R. Metwali. Improving the Salinity Tolerance in Potato (Solanum tuberosum) by Exogenous Application of Silicon Dioxide Nanoparticles // International Journal of Agriculture and Biology. 2017. V. 19. P. 183-194. doi: 10.17957/IJAB/15.0262.

19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований). 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 354 с.

20. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1975. Вып. 4. 182 с.

21. Developmental phytotoxicity of metal oxide nanoparticles to *Arabidopsis thaliana* / C.W. Lee, S. Mahendra, K. Zodrow, D. Li, Y.C. Tsai, J. Braam, P.J.J. Alvarez // Environmental Toxicology and Chemistry. 2010. V. 29(3). P. 669-675.

22. J. Yang, Y. Zhang, F. Dong Neural word segmentation with rich pretraining // ACL. Vancouver, 2017. P. 839-849.

23. CuO and ZnO nanoparticles: phytotoxicity, metal speciation, and induction of oxidative stress in sand-grown wheat / C.O. Dimkpa, J.E. McLean, D.E. Latta, E. Manangón, D.W. Britt, W.P. Johnson, M.I. Boyanov, A.J. Anderson // Journal of Nanoparticle Research. 2012. V. 14(9). P. 1-15.

24. In vitro study of lysis of cell wall preparation from phomopsis vexans by lytic enzyme from some biocontrol agents / S.K. Ghosh, S. Pal, S. Banerjee, N. Chakraborty // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2015. V. 4(10). P. 153-157.

25. Influência de silicato ecalcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica / A.L. Pulz, C.A.C. Crusciol, L.B. Lemos, R.P. Soratto // Rev Bras Ciênc Solo. 2008. V. 32. P. 1651-1659.

26. Wheat genotypes differed significantly in their response to silicon nutrition under salinity stress / M.A. Tahir, A. Rahmatullah, T. Aziz, M. Ashraf // Journal of Plant Nutrition. 2010. V. 33. P. 1658-1671.

27. Stampoulis D., Sinha S.K., White J.C. Assay-Dependent Phytotoxicity of Nanoparticles to Plants // Environ Science and Technology. 2009. V. 43(24). P. 9473-9479.

28. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections / D. Savvas, D. Giotis, E. Chatzieustratiou, M. Bakea, G. Patakioutas // Environmental and Experimental Botany. 2009. V. 65(1). P. 11-17.

29. Siddiqui M.H., Al-Whaibi M.H. Role of nano-SiO2 in germination of tomato (Lycopersicum esculentum seeds Mill.) // Saudi Journal of Biological Sciences. 2014. V. 21. P. 13-17. doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.04.005.

30. Uptake, transport, distribution and bio-effects of SiO2 nanoparticles in Bt-transgenic cotton / V.N. Le, Y. Rui, X. Gui, X. Li, S. Liu, Y. Han // Journal of Nanobiotechnology. 2014. V. 5. P. 12-50. doi.org/10.1186/s12951-014-0050-8.

Пашинина Татьяна Александровна, лаборант-исследователь отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-9228-95-00-57, e-mail: tanya-302@mail.ru

Мушинский Александр Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-905-819-35-92, e-mail: san2127@yandex.ru

Аминова Евгения Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела картофелеводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-912-841-19-31, e-mail: aminowa.eugenia2015@yandex.ru

Муслюмова Дина Марсельевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Испытательного центра ЦКП ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims.or@mail.ru

Богадица Татьяна Павловна, специалист-техник Испытательного центра ЦКП 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.or@mail.ru

Поступила в редакцию 22 октября 2018 года

UDC 635.21:631.8:631.524

Pashinina Tatyana Aleksandrovna, Mushinsky Alexander Alexeevich, Aminova Evgenia Vladimirovna, Muslyumova Dina Marselyevna, Bogaditsa Tatiana Pavlovna

FSBSI «Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: san2127@yandex.ru

Biometric changes of potatoes (*SOLANUM TUBEROSUM*) under SiO_2 nanoparticles influence

Summary. In recent years, the studies of nanometals effect, including silicon, which, as is known, has a positive effect on plants in stressful situations, on soil ecosystems state become topical. We first studied effect of SiO_2 nanoparticles in concentrations with a geometric progression (0.03; 0.09; 0.18; 0.21 and 0.36 g/kg) on potatoes growth and development (*SOLANUM TUBEROSUM*). We have evidenced that on the 14th day of experiment after tubers treatment the germination energy at a NP SiO_2concentration of 0.09 g/kg there was a significant increase in the length of sprouts by 21.4 % and roots – up to 6.8 % relative to control. Root length stimulation by 27.8-21.0 % was observed at concentrations of 0.18 and 0.21 g/kg. According to the results of field studies, the maximum mass of potato stalks and tubers was observed at a concentration of 0.09 g/kg and 0.18 g/kg of SiO_2 which confirmed the absence of toxic properties of SiO_2 NPs.

Key words: potato, tubers, silicon oxide, nanoparticles, germination energy, productivity.

УДК 631.559:633.17.1(470.56)

Влияние погодных факторов на урожайность проса при возделывании в севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургской области

В.Н. Жижин, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан

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

Аннотация. Статья посвящена анализу урожайности проса в системе шестипольных севооборотов и бессменном посеве в зависимости от температуры воздуха и выпавших осадков. Определена реакция проса на минеральные удобрения в условиях Оренбургской области.

Исследование проводилось на базе длительного стационарного полевого опыта, заложенного в 1988 году, по изучению севооборотов и бессменных посевов. Впервые исследовано влияние погодных факторов и минеральных удобрений на урожайность проса в зернопаровом, почвозащитном, сидеральном севооборотах и бессменном посеве.

В работе сравниваются варианты урожайности проса в различных севооборотах и бессменном посеве в зависимости от предшественника, фона питания и погодных условий. Проведена математическая обработка данных по изучаемым факторам методом множественной регрессии. Установлена зависимость урожайности проса в сидеральном севообороте без применения удобрений от температуры воздуха августа и осадков июля. В исследовании отражены коэффициенты регрессии и корреляции, стандартная ошибка опыта, критерий Фишера, определён уровень значимости и доля влияния погодного фактора на урожайность проса.

Установлены причины снижения урожайности проса вследствие высоких среднесуточных температур и применения минеральных удобрений по яровой мягкой пшенице в севообороте с сидеральным паром. На посевах без применения удобрений в зависимости от осадков июля отмечается увеличение урожайности проса.

Ключевые слова: просо, урожайность, севооборот, бессменный посев проса, удобрение, фон питания, погодные факторы, множественная регрессия.

Введение.

В связи с различными санкциями западных стран в отношении Российской Федерации на современном этапе большое внимание уделяется продовольственной безопасности России. Одним из основных источников питания являются зерновые злаки. В связи с этим возделывание проса является стратегически важным для страны.

Уменьшение количества посевных площадей данной культуры, а также возделывание её по предшественникам, не отвечающим биологическим требованиям культуры, и применение неправильной агротехники ведут к снижению продуктивности. Дополнительно на урожайность проса влияет изменение климатических условий, что особенно стало заметно в последние годы. Этот факт подтверждается данными Гидрометцетра России и учёными, которые фиксируют изменение временных трендов обеспеченности растений теплом и влагой в процессе потепления [1-4].

Каждая, даже самая маленькая составляющая часть климата, оказывает влияние на формирование продуктивности растений. Основное действие в развитии растений оказывают микробиологические процессы, протекающие в почве, водный и температурный режимы.

В условиях большой зависимости урожайности зерновых культур от условий погоды значительно колеблется валовой сбор в России. В связи с этим требуется современная технология, способная поэтапно и заблаговременно прогнозировать урожайность и валовой сбор культур [5].

Аналогичная ситуация складывается в Оренбургской области. Мы для прогностического расчёта взяли погодные факторы (температура воздуха и осадки), которые в основном влияют на изменения урожайности сельскохозяйственных культур.

Цель исследования.

Определение зависимости урожайности проса от погодных факторов в системе шестипольных севооборотов и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургской области.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Просо в зернопаровом, почвозащитном, сидеральном севооборотах и бессменном посеве.

Характеристика территорий, природно-климатические условия.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный 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 %, доступного фосфора – 1,5-2,5 мг и обменного калия – 30-38 мг на 100 г почвы, pH почвенного раствора – 7,0-8,1. Сумма поглощённых оснований не превышает 39,1 мг/экв. на 100 г сухой почвы.

Сложившиеся условия в Оренбургской области обеспечивают поступление ФАР (фотосинтетически активная радиация) за период вегетации культур при среднесуточных температурах выше +5…+10 °С, 4,0 и 3,5 млрд килокалорий на 1 га. Продолжительность периода с температурой выше 0 °С составляет 210, выше +5 °С – 180 дней. За это время накапливается внушительная сумма положительных температур – в первом случае 3018 °С, во втором – 2942 °С. Этого вполне достаточно для полного обеспечения теплом практически всех сельскохозяйственных культур.

Схема эксперимента. Исследование проводилось с 1994 по 2017 г. в длительном стационаре по севооборотам и бессменным посевам на опытном поле ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».Территория изучаемого полевого опыта расположена в 20 км восточнее города Оренбурга.

Схема исследования включает следующие варианты возделывания проса в системе шестипольных севооборотов и бессменном посеве: 1) Просо по мягкой пшенице в последействии чёрного кулисного пара (контроль); 2) Просо по мягкой пшенице в последействии почвозащитного пара (занятого суданской травой); 3) Просо по мягкой пшенице в последействии сидерального пара (занятого овсом и горохом); 4) Бессменный посев проса.

Опыт проводился на двух фонах питания. На одной половине поперёк делянок под основную обработку почвы вносили $N_{40}P_{40}$ кг д. в. на 1 га, вторая половина изучалась без удобрений (на основании зональных рекомендаций). Размер делянок первого порядка составил 7,2 м на 90 м (площадь=648 м²), второго – 3,6 м на 90 м (площадь=324 м²). Длина делянок удобренного фона питания составила 30 м, неудобренного – 60 м.

В опыте высевались сорта проса Оренбургское 9 и Оренбургское 20 с нормой высева 3,00 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Агротехника возделывания проса в полевом опыте – принятая для центральной зоны. Урожайность зерна учитывалась прямым комбайнированием. Учётная площадь на удобренном фоне составила 60 м², на неудобренном – 120 м².

Оборудование и технические средства. Использовалась российская сельскохозяйственная техника: плуг ПЛН-5-35, борона – БЗТС-1,0, к культиватор КПС-4,0, сеялка – СЗП-3,6, катки-3-ККШ-6. Уборка – комбайном «Сампо-500» (Финляндия).

Статистическая обработка. Полученные результаты обработаны с помощью метода множественной регрессии с использованием пакета программ «Statistica 6.1» (Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

За время исследования наблюдалось изменение погодных факторов вегетационного периода, которое устанавливалось по положительным температурам воздуха и по выпадению осадков (табл. 1).

Таблица 1. **Изменение погодных факторов за вегетационный период (май-август) в среднем по ротациям севооборотов**

Погодные факторы	Месяц	Среднее за годы исследования				Среднее за 24 года	Средние многолетние показатели
		1994-1999	2000-2005	2006-2011	2012-2017		
Температура воздуха, °С	Май	15,3	14,7	16,0	16,6	15,6	15,0
	Июнь	21,5	18,8	21,1	21,5	20,7	19,7
	Июль	22,0	21,9	23,2	22,4	22,4	21,9
	Август	20,0	20,4	22,2	23,4	21,4	20,0
Осадки, мм	Май	30,2	35,8	38,5	28,5	33,2	38,0
	Июнь	41,8	65,8	24,5	29,7	40,4	44,0
	Июль	52,3	40,7	43,7	31,3	42,0	41,0
	Август	15,5	16,5	27,7	26,7	21,6	32,0

За период исследования температура в мае и июле превышала среднемноголетние показатели на 0,6-0,5 °С, в июне стало теплее на 1,0 °С, а в августе – на 1,4 °С (табл. 1). За последние 12 лет происходило наиболее заметное изменение температуры воздуха. Так, начиная с 2006 по 2011 год отклонения от среднемноголетних показателей составили в мае 1,0 °С, июне – 1,4 °С, июле – 1,3 °С, августе – 2,2 °С. В период с 2012 по 2017 год они соответственно составили 1,6; 1,8; 0,5 °С и 3,4 °С.

Особенно заметное изменение временного ряда среднесуточной температуры воздуха наблюдалось в августе (рис. 1).

Рис. 1 – Изменение тренда среднесуточной температуры воздуха в августе по сравнению со среднемноголетней нормой

На рисунке 1 показано, что в самом начале исследования температура в августе находилась приблизительно на одном уровне со среднемноголетней нормой (+20,0 °С) и не наблюдалось больших её колебаний. Амплитуда колебания температуры с 1998 года движется в сторону увеличения. Температура в августе 2016 года составила 25,8 °С, что превысило среднемноголетний показатель на 5,8 °С. Наибольшие отклонения от линии тренда температуры наблюдались с 2007 года, то есть за последние две ротации севооборотов (за 12 лет).

Наряду с такими изменениями погодных условий за период вегетации культуры дневная температура воздуха находилась на отметке +30 °С и выше. На протяжении 24 лет наблюдений повышалась температура воздуха в августе (рис. 1).

За годы исследований в период вегетации проса наблюдалось выпадение различного количества осадков (табл. 1). В мае, в среднем за 24 года, относительно среднемноголетнего показателя (38,0 мм) количество осадков отмечалось ниже на 4,8 мм. Уменьшение количества осадков наблюдалось и в другие летние месяцы. Исключением является июль, когда в среднем за 24 года выпало на 1 мм больше относительно среднемноголетней нормы (41,0 мм). Минимум количества осадков наблюдался в августе как по годам, так и в среднем и составил 10,4 мм. Наименьшее их выпадение отмечалось в августе за период с 1994 по 1999 год и с 2000 по 2005 год, когда недобор количества осадков составил 16,5 и 15,5 мм соответственно.

Недостаточное количество осадков и повышенная температура воздуха создают стрессовую ситуацию для растений.

В результате сложившихся погодных условий вегетационного периода происходит изменение урожайности проса в шестипольных севооборотах и при бессменном его возделывании (табл. 2).

Таблица 2. **Урожайность проса в севооборотах и бессменном посеве в зависимости от предшественника и фона питания за 24 года исследования (1994-2017 гг.), т с 1 га**

№ варианта, предшественник	Фон питания	Среднее за годы				Среднее за 24 года
		1994-1999	2000-2005	2006-2011	2012-2017	
1. Яровая мягкая пшеница в последействии чёрного кулисного пара (контроль)	удобренный	1,87	1,18	0,82	0,76	1,16
	неудобренный	1,80	1,23	0,94	0,85	1,21
	+ или -	+0,07	-0,05	-0,12	-0,09	-0,05
2. Яровая мягкая пшеница в последействии почвозащитного пара	удобренный	1,98	1,05	0,86	0,73	1,16
	неудобренный	1,67	1,21	0,86	0,82	1,14
	+ или -	+0,31	-0,16	0,00	-0,09	0,02
3. Яровая мягкая пшеница в последействии сидерального пара	удобренный	2,04	1,30	0,80	0,71	1,21
	неудобренный	1,95	1,35	0,89	0,88	1,27
	+ или -	+0,09	-0,05	-0,09	-0,17	-0,06
4. Бессменный посев проса	удобренный	0,93	0,43	0,41	0,62	0,60
	неудобренный	0,96	0,44	0,47	0,71	0,66
	+ или -	-0,03	-0,01	-0,06	-0,09	-0,06

За четыре ротации севооборотов урожайность проса получена от 1,14 до 1,27 т с 1 га, а при бессменном его возделывании – от 0,60 до 0,66 т с 1 га (табл. 2). Наибольшая его урожайность наблюдалась в период с 1994 по 1999 годы на удобренном фоне питания в севообороте с сидеральным паром (вариант № 3) и составила 2,04 т с 1 га, а наименьшая отмечена в севообороте с почвозащитным паром (вариант № 2) без применения удобрения – 1,67 т с 1 га. В остальных вариантах опыта она формировалась на уровне 1,80-1,98 т с 1 га. При бессменном возделывании (вариант № 4) получена низкая урожайность, которая составила 0,93 и 0,96 т с 1 га. Аналогичная ситуация складывалась и в других ротациях севооборотов с уменьшением выхода зерновой продукции. При бессменном посеве проса на протяжении двух ротаций севооборотов наблюдалось уменьшение урожайности не зависимо от фона питания.

Применение минеральных удобрений не оказывает положительного действия на урожайность проса, а в большинстве случаев отмечается отрицательный эффект. Наглядный пример – возделывание проса в севообороте с сидеральным паром на удобренном фоне питания.

Влияние среднесуточных температур воздуха в августе и минеральных удобрений на урожайность проса в сидеральном севообороте представлено на рисунке 2.

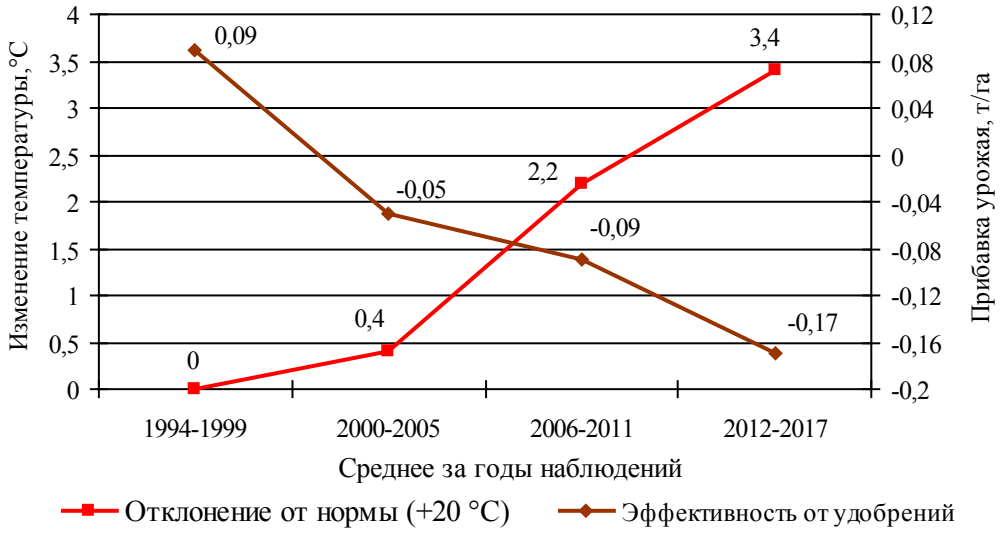


Рис. 2 – Отрицательное влияние высоких среднесуточных температур и минеральных удобрений на урожайность проса по яровой мягкой пшенице в севообороте с сидеральным паром

Как видно из рисунка 2, за первую ротацию (1994-1999 гг.) температурный фон августа находится почти на уровне среднемноголетнего показателя температуры, а прибавка урожайности от удобрений составляет 0,09 т с 1 га. В первой ротации удобрения оказывают положительное влияние на урожайность проса. При увеличении температуры воздуха, особенно это заметно в последних двух ротациях сидерального севооборота (с 2006 по 2011 г. и с 2012 по 2017 г.), когда отклонение от среднемноголетнего показателя составляет 2,2 и 3,4 °С, отмечается отрицательное влияние минеральных удобрений и урожайность проса снижается на 0,09 и 0,17 т с 1 га. Увеличение температуры приводит к снижению урожайности проса на удобренном фоне питания. Данная тенденция отмечалась на протяжении четырёх ротаций сидерального севооборота.

В сидеральном севообороте наиболее важными факторами формирования урожайности проса на неудобренном фоне питания являются среднесуточная температура воздуха в августе и осадки, выпавшие в июле. Полученные данные за 24 года исследования математически обработаны с помощью метода множественной регрессии (табл. 3).

Таблица 3. **Результаты множественной регрессии для зависимой переменной: урожайность проса на неудобренном фоне питания в сидеральном севообороте**

Независимая переменная	Коэффициент регрессии	Стандартная ошибка	Уровень значимости	Доля влияния фактора, %	Коэффициент корреляции
Свободный член	–	11,226	0,003	–	–
Температура августа	-0,397	0,508	0,009	19,5	-0,49
Осадки июля	0,613	0,033	0,000	41,5	0,67
Для полной регрессии: R^2 =0,611; стандартная ошибка оценки =5,51; F фактическая =16,48; уровень значимости =0,000					

Полученные данные с 1994 по 2017 год показали, что осадки, выпавшие в июле, и температура воздуха в августе оказывают существенное действие на формирование урожайности проса на чернозёмах южных Оренбургской области. Доля влияния составляет 61 % (табл. 3). Наибольшее влияние на формирование зерна проса оказывают осадки июля (41,5 %) именно в то время, когда растения проходят фазы выхода в трубку и вымётывания. Повышенная температура воздуха в августе оказывает на 19,5 % отрицательное влияние на урожайность проса, так как в этот период проходит цветение и формирование зерна культуры. В значительной степени на формирование урожайности проса влияние оказывают осадки, выпавшие в июле (рис. 3).

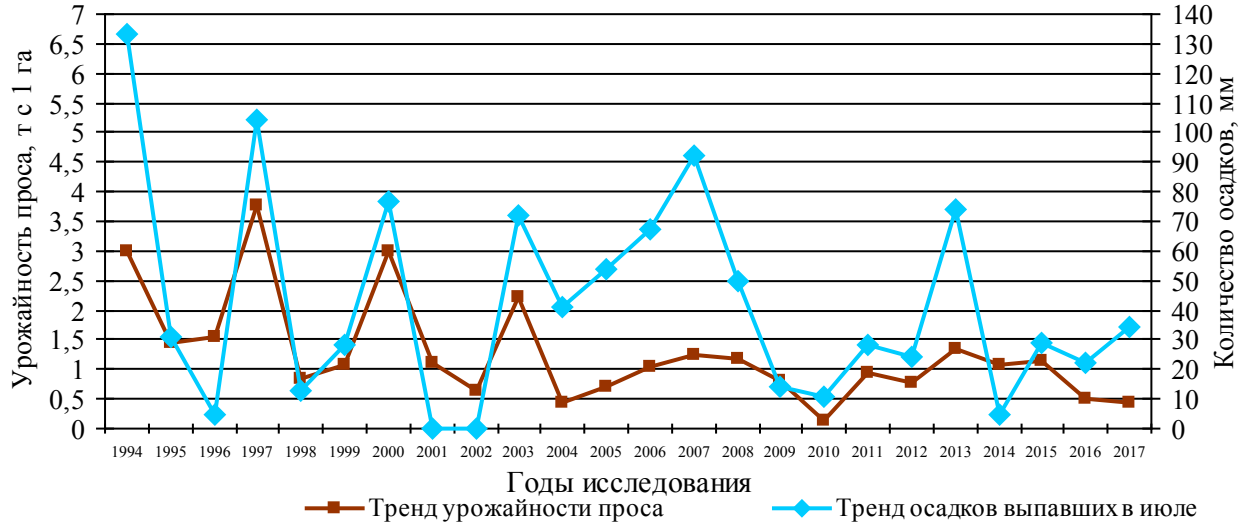


Рис. 3 – Зависимость урожайности проса по неудобренному фону питания от количества выпавших осадков июля за 24 года исследования

Для иллюстрации этого факта на рисунке приведён график изменения урожайности проса по яровой мягкой пшенице в последействии сидерального пара без удобрений (вариант № 3) и количества выпавших осадков июля.

График представляет собой прямо пропорциональную зависимость: чем меньше (больше) количество осадков июля, тем ниже (выше) урожайность проса в сидеральном севообороте. Это наблюдение объясняется тем, что культура проходит в этот период времени основные фазы развития и ей необходимо использовать большое количество влаги для формирования метёлки. На рисунке видно, что временной ряд тренда урожайности проса повторяет тренд осадков выпавших в июле.

Обсуждения полученных результатов.

Изучением урожайности проса в севооборотах и бессменных посевах на чернозёмах южных Оренбургской области занимались многие исследователи [6-8].

В результате проведённого исследования установлено, что применение минеральных удобрений на посевах проса, кроме первой ротации севооборотов (с 1994 по 1999 г.) приводит к отрицательному эффекту. Снижение урожайности проса объясняется повышенной температурой воздуха и недостаточным количеством почвенной влаги, которое не восполняется выпадающими осадками. Нестабильное выпадение осадков и высокие температуры создают стрессовую ситуацию для растений, при этом замедляется рост и развитие, что в свою очередь отрицательно сказывается на урожайности проса.

По данным Т.Б. Шивриной и Ю.В. Давыдовой в Кировской области эффект от минеральных удобрений напрямую зависит от влажности почвы, которая должна составлять 65-80 % НВ (наименьшая влагоёмкость). Для поддержания такой влажности на протяжении роста и развития

культуры в богарных условиях должно выпадать необходимое количество осадков [9]. Это подтверждается нашим исследованием. Просо, возделываемое в системе шестипольных севооборотов и бессменном посеве, снижает урожайность от применения минеральных удобрений на протяжении 24-х лет наблюдений. Просо является засухоустойчивой культурой. В засушливые годы отмечается недостаточное количество почвенной влаги, которое не компенсируется выпавшими осадками и не позволяет просу положительно реагировать на минеральные удобрения. Во влажные годы наблюдается использование части осадков и почвенной влаги на растворение минеральных удобрений, что повышает концентрацию почвенного раствора и отрицательно влияет на формирование зерна проса.

Исследованием этого вопроса занимались учёные Оренбургского НИИСХ А.Г. Крючков и В.И. Елисеев Они установили, что просо чувствительно к выпадению осадков в вегетационный период. При выпадении осадков до 197 мм культура ведёт себя отзывчиво и увеличивает зерновую продукцию от 1,00 т до 2,92 т с 1 га. По данным их исследования в условиях Оренбуржья просо требовательно к влаге в июне и июле [10, 11]. Р.Х. Абдрашитов и В.И. Елисеев проводили опыты в ОПХ «Урожайное» Оренбургской области и отметили положительное влияние минеральных удобрений на урожайность проса во влажные годы [12]. Это подтверждается нашим исследованием. При достаточном количестве влаги в благоприятные годы (1994-1999) просо отзывается положительно на вносимые удобрения, с прибавкой урожайности 0,09 т с 1 га. С увеличением температуры воздуха и уменьшением выпавших осадков за вегетационный период происходит снижение урожайности от удобрений в посевах проса сидерального севооборота, которое достигает 0,17 т с 1 га.

Основным недостатком климатических условий Оренбургской области является чётко выраженная засушливость и резкая континентальность, которая проявляется не только в сезонных, но и суточных колебаниях температур. Даже такая поздно высеваемая и засухоустойчивая культура как просо не в состоянии эффективно использовать фотосинтетический потенциал и высокое плодородие почвы. Этот факт подтверждается данным исследованием, в котором показано, что повышение температуры воздуха в августе оказывает влияние (19,5 %) на урожайность проса. Аналогичная зависимость описана в исследованиях А.А. Неверова и В.Е. Тихонова: для формирования хорошей урожайности проса в условиях Оренбургской области необходима умеренная температура в третьей декаде июля при недостаточном увлажнении, так как именно в это время у растений проходит фаза вымётывания метёлки и формирование зерна [13, 14]. В нашем исследовании прохождение этих фаз развития приходилось на август, где высокие температуры воздуха оказывали отрицательное влияние на урожайность проса.

Исследователи Кемеровской области Е.А. Егушова и Р.Б. Нурлыгаянов отмечают отклонение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от выпадающих осадков, а условия увлажнения оказывают прямое влияние на формирование продуктивности растений, даже больше чем от агротехники [15]. Такое явление нашло подтверждение и в нашем полевом опыте, где осадки, выпавшие в июле, согласно расчётам математической обработки, повлияли (41,5 %) на урожайность проса.

В Тамбовской области учёные фиксируют влияние гидротермических условий мая и июня на формирование высоких урожаев проса. По их мнению, суммарный индекс погоды в основные фазы культуры и для получения урожая от 2 до 3 т с 1 га должен быть не ниже 1 и не превышать 2 [16]. Относительно Оренбургской области этот показатель погоды в отдельные годы редко достигает единицы.

Выводы.

1. Снижение урожайности проса на удобренном фоне питания в бессменном посеве, происходит по причине длительных воздушных засух в период вегетации и биологических особенностей этой культуры.

2. Увеличение урожайности проса в севообороте с сидеральным паром на неудобренном фоне питания происходит из-за осадков, выпавших в июле и последействия зелёных удобрений (сидератов).

3. Применение минеральных удобрений не оказывает положительного действия на урожайность проса, кроме первой ротации севооборотов (с 1994 по 1999 гг.). Это связано с увеличением температуры воздуха и дефицитом выпавших осадков за вегетационный период, что приводит к снижению продуктивности культуры.

4. В результате математической обработки данных установлена зависимость урожайности проса в сидеральном севообороте от температуры воздуха августа и осадков, выпавших в июле.

Для получения высокой урожайности проса в хозяйствах Оренбургской области рекомендуются сидеральные севообороты с просом без применения минеральных удобрений.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Современные климатические изменения теплообеспеченности, увлажненности и продуктивности агросферы России / О.Д. Сиротенко, Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова, Е.В. Абашина, В.Н. Павлова // Метеорология и гидрология. 2007. № 8. С. 90-103.

2. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010-2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России / под ред. А.И. Бедрицкого. М.: Росгидромет, 2005. 30 с.

3. Оценочный доклад об изменениях климата и их последействиях на территории Российской Федерации. Т. II. Последействия изменений климата. М.: Росгидромет, 2008. 288 с.

4. Неверов А.А. Современные тенденции изменения климата в Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1. С. 117-121.

5. Адаптация технологии защиты проса для получения высоких урожаев / В.Н. Жижин, В.Ю. Скороходов, А.А. Зоров, А.П. Глинушкин // Вестник ОрелГАУ. 2012. № 1. С. 35-37.

6. Максютов Н.А., Жданов В.М. Влияние погодных условий, предшественников и фона питания на урожайность проса в степной зоне Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4. С. 42-46.

7. Урожайность проса за четыре ротации севооборотов на черноземах южных Оренбургского Предуралья / В.М. Жданов, В.Н. Жижин, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6. С. 37-40.

8. Влияние различных звеньев севооборотов на урожайность проса в Оренбургском Предуралье / В.М. Жданов, В.Н. Жижин, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан // Инновация и модернизация сельскохозяйственного производства в условиях меняющегося климата: материалы междунар. науч.-практ. конф. / РАСХН ГНУ «Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства». Оренбург, 2011. С. 157-161.

9. Шиврина Т.Б., Давыдова Ю.В. Влияние погодных рисков на эффективность производства зерновых культур в Кировской области // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-10. С. 2208-2211.

10. Крючков А.Г., Елисеев В.И. Ресурсы влаги и урожайность проса на черноземе обыкновенном в степи Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 4. С. 18-22.

11. Крючков А.Г., Елисеев В.И. Параметры состояния посевов проса для формирования урожайности разного уровня в центре Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. № 3. С. 34-42.

12. Абдрашитов Р.Х., Елисеев В.И. Формирование урожайности проса в зависимости от уровня минерального питания // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 9(59). С. 244-247.

13. Тихонов В.Е., Неверов А.А. Долгосрочное прогнозирование урожайности в степной зоне Урала на основе современных методов оценки солнечно-земных связей // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20. № 2. С. 86-92.

14. Неверов А.А. Влияние погодно-климатических условий на формирование урожая проса в центральной зоне Оренбургской области // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2015. № 4. С. 1-9.

15. Егушова Е.А., Нурлыгаянов Р.Б. Влияние климатических изменений на производство продукции растениеводства (на примере Кемеровской области) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 3. С. 45-49.

16. Чекмарев В.В., Зеленова Ю.В. Зависимость урожайности проса от факторов погоды в условиях Тамбовской области // Вестник Тамбовского университета. 2016. Т. 21. Вып. 2. С. 624-625.

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

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

Поступила в редакцию 26 ноября 2018 года

UDC 631.559:633.17.1(470.56)

Zhizhin Vitaly Nikolaevich, Skorokhodov Vitaly Yuryevich, Mitrofanov Dmitry Vladimirovich, Kaftan Yury Vasilyevich

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

Influence of weather factors on millet yield during cultivation in crop rotations and permanent sowing on chernozems of the southern Orenburg region

Summary. The article is devoted to the analysis of millet yield in the system of six-field crop rotations and permanent sowing, depending on the air temperature and precipitation. The reaction of millet to mineral fertilizers in the conditions of the Orenburg region was determined.

The study was conducted based on a long-term field test, established in 1988, on the study of crop rotations and permanent crops. For the first time, the influence of weather factors and mineral fertilizers on the yield of millet in grain, soil, shield, green manure rotations and permanent sowing was studied.

The work compares the yield of millet in different crop rotations and permanent sowing, depending on its predecessor, nutrition, and weather conditions. Mathematical data processing for the studied factors was carried out using the multiple regression method. The dependence of the yield of millet in the sideral crop rotation without the use of fertilizers on the air temperature in August and July precipitation was established. The study reflects the regression and correlation coefficients, the standard error of experience, the Fisher criterion, the level of significance and the proportion of the effect of the weather factor on the yield of millet.

The reasons for the decline in yield of millet due to high average daily temperatures and the use of mineral fertilizers for spring soft wheat in crop rotation with green manure have been established. For planting without the use of fertilizers, depending on the precipitation in July, an increase in the yield of millet is observed.

Key words: millet, yield, crop rotation, permanently sowing of millet, fertilizer, nutritional background, weather factors, multiple regression.

УДК 633.11:631.82(470.56)

Влияние различных доз минеральных удобрений на показатели структурного анализа и урожайность яровой мягкой пшеницы

В.И. Елисеев

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

Аннотация. В засушливых условиях Оренбургской области яровая мягкая пшеница ежегодно возделывается на значительных площадях.

Получение высоких и стабильных урожаев яровой мягкой пшеницы возможно при внесении под эту культуру научно обоснованных доз минеральных удобрений.

В статье приводятся результаты исследований за 2016-2018 гг. Данные получены в стационарном опыте, в котором изучали влияние систематического применения различных доз минеральных удобрений при их основном внесении на урожайность яровой мягкой пшеницы.

Полевые опыты проводили в центральной зоне Оренбургской области на яровой мягкой пшенице сорта Учитель. Было установлено положительное влияние минеральных удобрений на её урожайность.

В среднем за 3 года исследований наибольшая урожайность зерна яровой мягкой пшеницы 11,4 и 11,1 ц с 1 га получена соответственно на вариантах $N_{60}P_{30}K_{20}$ и $N_{15}P_{15}K_{10}$.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорт Учитель, минеральное удобрение, структура урожая, урожайность, Оренбургская область.

Введение.

Оренбургская область является одним из крупных производителей зерна яровой мягкой пшеницы. Эта культура возделывается в области на значительных площадях.

В настоящее время получение высоких урожаев яровой пшеницы возможно путём совершенствования её агротехники, в первую очередь, используя для этого научно обоснованное применение оптимальных доз минеральных удобрений.

В условиях Оренбургской области вопрос влияния минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы изучался многими исследователями [1-5].

В настоящее время особую ценность представляют многолетние опыты с удобрениями, позволяющие проследить влияние элементов питания на урожайность, структуру урожая и качество зерновых культур при длительном периоде использования в различные по метеорологическим условиям годы.

В Оренбургском НИИСХ в 1972 году был заложен многолетний стационарный опыт с удобрениями. Исследования на этом стационаре ведутся постоянно, в том числе и в настоящее время.

Важным аспектом при разработке системы удобрения для новых сортов яровой мягкой пшеницы является изучение влияния доз минеральных удобрений на структуру урожая и урожайность этой культуры.

Цель исследований.

Изучить влияние различных доз минеральных удобрений на структуру урожая и урожайность яровой мягкой пшеницы.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования: яровая мягкая пшеница сорта Учитель.

Характеристика территорий, природно-климатические условия.

Полевые опыты проводили в центральной зоне Оренбургской области.

Почвы – обыкновенный, среднемощный, тяжело суглинистый чернозём. Содержание гумуса – 4,74-5,5 % в слое почвы 0-30 см, подвижного фосфора – 2,3-2,8 мг, обменного калия – 26,7-38,4 мг на 100 г почвы.

Погодные условия в течение периода вегетации яровой мягкой пшеницы в разные годы исследований складывались по-разному.

В 2016 г. средняя температура воздуха в июне составляла +19,8 °С, при норме +20,5 °С. В июле средняя температура воздуха составляла +22,7 °С, что на 0,6 °С выше нормы.

При этом в оба месяца наблюдался недобор осадков, в июне выпало 22,0 мм (50,0 % от нормы), в июле – 28,0 мм осадков (60,9 % от нормы).

В 2017 г. июнь отличался обильными осадками. За месяц выпало 87 мм осадков (170 % от нормы). При этом средняя температура воздуха за месяц составила +18,2 °С (на 2,3 °С ниже нормы). В июле наблюдался недобор осадков при повышенной температуре воздуха. За месяц выпало 12 мм осадков (27 % от нормы). Средняя температура за июль составила +22,7 °С, что на 0,6 °С превышало среднемноголетнюю норму.

В 2018 г. июнь и июль отличались недобором осадков. За эти месяцы выпало 14 и 39 мм осадков, что составляло 27 % и 90 % от нормы соответственно. При этом июль отличался повышенной температурой. Средняя температура за месяц составила +25,5 °С и на 3,4 °С превышала среднемноголетнюю норму.

Повышенные температуры воздуха и недобор осадков отрицательно сказывались на росте и развитии растений яровой пшеницы.

Схема эксперимента. Полевые исследования проводились в 2016-2018 гг. на опытном поле № 2 в с. Чебеньки Оренбургского района Оренбургской области в пятипольном зернопаровом севообороте по схеме:

1. Без удобрений (контроль)
2. $N_{30}P_{30}$
3. $N_{30}K_{20}$
4. $P_{30}K_{20}$
5. $N_{30}P_{30}K_{20}$
6. $N_{60}P_{60}K_{40}$
7. $N_{15}P_{15}K_{10}$
8. $N_{60}P_{30}K_{20}$
9. $N_{15}P_{30}K_{20}$
10. $N_{30}P_{60}K_{20}$
11. $N_{30}P_{15}K_{20}$
12. $N_{60}P_{90}K_{40}$
13. $N_{90}P_{60}K_{40}$
14. $P_{260}K_{140}$ в запас+N_{60} ежегодно

Чередование культур в севообороте: пар, озимая рожь, яровая твёрдая пшеница, просо, яровая мягкая пшеница.

Повторность вариантов – 4-кратная, шаг доз для озимой ржи: азота – 40, фосфора – 60, калия – 30 кг на 1 га; твёрдой пшеницы – 40-40-20; яровой мягкой пшеницы – 30-30-20 кг на 1 га; просо использует последействие удобрений.

Под вспашку под каждую культуру севооборота вносились мочевина, двойной гранулированный суперфосфат и хлористый калий. Площадь делянки – 450 м^2.

Наблюдения и исследования в опыте проводились по методике Б.А. Доспехова [6].

Оборудование и технические средства. При проведении полевых работ применяли российскую сельскохозяйственную технику: плуг ПН-4-35, сеялка СЗП-3,6, катки кольчатые (ЗККШ-6), бороны зубовые (ЗБСС-1) и трактор МТЗ-1221 (Белоруссия).

Лабораторные исследования проводились в лаборатории ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

Использовали лабораторное оборудование: ВЛКТ-500, мерная линейка.

Статистическая обработка. Данные по урожайности полевого опыта обрабатывались методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

Результаты исследования.

Исследованиями установлено положительное влияние систематического внесения различных доз минеральных удобрений в системе севооборота на элементы продуктивности яровой мягкой пшеницы.

Показано, что внесение удобрений положительно повлияло на количество сохранившихся растений яровой пшеницы к уборке на единице площади. Наибольшее число сохранившихся растений яровой мягкой пшеницы к уборке отмечалось на вариантах $N_{60}P_{30}K_{20}$, $P_{30}K_{20}$, $N_{30}P_{30}K_{20}$, $N_{30}P_{30}$ и составляло соответственно 345; 343; 342; 341 шт. на 1 м^2 (табл. 1).

Таблица 1. **Влияние длительного применения минеральных удобрений на показатели структурного анализа яровой мягкой пшеницы (среднее за 2016-2018 гг.)**

Вариант	Количество шт. на м^2			Коэффициент кущения		Высота растений, см	Длина колоса, см
	растений	стеблей	прод. стеблей	общ.	прод.		
Контроль	284	361	316	1,27	1,11	61	6,1
$N_{30}P_{30}$	341	444	389	1,30	1,14	68	6,7
$N_{30}K_{20}$	313	411	357	1,31	1,14	66	6,4
$P_{30}K_{20}$	343	428	372	1,25	1,08	66	6,4
$N_{30}P_{30}K_{20}$	342	445	396	1,30	1,16	71	7,0
$N_{60}P_{60}K_{40}$	338	446	397	1,32	1,17	67	6,5
$N_{15}P_{15}K_{10}$	338	464	414	1,37	1,22	71	6,7
$N_{60}P_{30}K_{20}$	345	447	399	1,30	1,15	70	6,5
$N_{15}P_{30}K_{20}$	301	394	355	1,31	1,18	66	6,5
$N_{30}P_{60}K_{20}$	325	430	385	1,32	1,18	71	6,7
$N_{30}P_{15}K_{20}$	320	434	383	1,36	1,20	67	6,4
$N_{60}P_{90}K_{40}$	336	432	379	1,28	1,13	67	6,5
$N_{90}P_{60}K_{40}$	325	441	385	1,36	1,18	70	6,4
$N_{60}P_{260}K_{140}$	331	446	392	1,35	1,18	72	6,4

Вариант	Масса зерна с колоса, г	Число зерна в колосе, шт.	Масса, г/м^2			Отношение зерна к солома, ед.
			снопа	зерна	соломы	
Контроль	0,346	14	330,3	73,3	257,0	0,28
$N_{30}P_{30}$	0,397	16	450,0	105,2	344,8	0,31
$N_{30}K_{20}$	0,390	15	437,0	96,6	340,7	0,28
$P_{30}K_{20}$	0,419	16	423,7	95,5	328,2	0,29
$N_{30}P_{30}K_{20}$	0,515	19	507,0	107,0	400,0	0,27
$N_{60}P_{60}K_{40}$	0,455	17	458,0	90,5	367,3	0,25
$N_{15}P_{15}K_{10}$	0,471	18	490,0	110,7	379,3	0,29
$N_{60}P_{30}K_{20}$	0,505	17	503,6	114,0	389,6	0,29
$N_{15}P_{30}K_{20}$	0,377	15	435,7	101,7	334,0	0,30
$N_{30}P_{60}K_{20}$	0,479	18	441,0	104,3	336,7	0,31
$N_{30}P_{15}K_{20}$	0,446	16	457,0	95,7	361,3	0,26
$N_{60}P_{90}K_{40}$	0,417	16	432,0	88,3	343,8	0,26
$N_{90}P_{60}K_{40}$	0,448	17	444,3	92,7	351,6	0,26
$N_{60}P_{260}K_{140}$	0,445	16	501,3	106,7	394,6	0,27

По числу сохранившихся растений яровой мягкой пшеницы к уборке эти варианты превышали контроль (без удобрений) на 61 шт. (21,5 %), 59 шт. (20,8 %), 58 шт. (20,4 %), 57 шт. (20,1 %).

Все варианты с применением удобрений превышали контроль по числу сохранившихся к уборке растений яровой мягкой пшеницы. Это превышение составляло в процентном отношении от 6,0 % на варианте $N_{15}P_{30}K_{20}$ до 21,5 % – на варианте $N_{60}P_{30}K_{20}$.

Варианты с внесением удобрений в среднем превышали контроль по числу сохранившихся к уборке растений на 16,4 %.

Результаты исследований показали значительное преимущество удобренных фонов над контролем по числу продуктивных стеблей яровой пшеницы к периоду уборки.

Двойные сочетания элементов питания $N_{30}P_{20}$, $N_{30}K_{20}$, $P_{30}K_{20}$ обеспечили на 1 м^2 к уборке 389; 357; 372 шт. продуктивных стеблей мягкой пшеницы. По числу продуктивных стеблей к уборке данные варианты превышали контроль (без удобрений) на 73 шт. (23,1 %), 41 шт. (13 %), 56 шт. на 1 м^2 (17,7 %).

Превышение удобренных фонов над контролем по числу продуктивных стеблей составляло в среднем 69,0 шт. (21,8 %).

Вариант внесения полного минерального удобрения $N_{30}P_{30}K_{20}$ обеспечил 396 шт. на 1 м^2 продуктивных стеблей яровой мягкой пшеницы к уборке и превышал по этому показателю контроль на 80,0 шт. на 1 м^2 (25,3 %).

Исследования показали, что на варианте с внесением двойной дозы полного минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{40}$ количество продуктивных стеблей пшеницы к уборке составляло 397 шт. на 1 м^2. Превышение над контролем составляло 81,0 шт. (25,6 %).

Одностороннее увеличение дозы азота в составе полного минерального удобрения в два раза на варианте $N_{60}P_{30}K_{20}$ не привело к заметному увеличению числа продуктивных стеблей яровой пшеницы на 1 м^2 в сравнении с вариантом $N_{30}P_{30}K_{20}$. Число продуктивных стеблей яровой мягкой пшеницы на варианте $N_{60}P_{30}K_{20}$ составляло 399 шт. на 1 м^2 и превышало контроль на 83,0 шт. на 1 м^2 (26,3 %).

При одностороннем увеличении дозы фосфора до 60 кг д. в. в составе полного минерального удобрения на варианте $N_{30}P_{60}K_{20}$ количество продуктивных стеблей несколько снизилось в сравнении с вариантом $N_{30}P_{30}K_{20}$ и составляло 385 шт. на 1 м^2. Этот вариант превысил контроль на 69 шт. на 1 м^2 (21,8 %).

По результатам наших исследований самое большее в опыте количество продуктивных стеблей яровой мягкой пшеницы 414 и 399 шт. на 1 м^2 обеспечили соответственно варианты $N_{15}P_{15}K_{10}$ и $N_{60}P_{30}K_{20}$. По числу продуктивных стеблей яровой мягкой пшеницы эти варианты превышали контроль на 98 шт. на 1 м^2 (31,0 %) и 83 шт. (25,6 %).

Исследованиями установлено, что применение в опыте различных доз и сочетаний минеральных удобрений оказало положительное влияние на высоту растений мягкой пшеницы.

При использовании парных сочетаний элементов питания $N_{30}P_{30}$, $N_{30}K_{20}$, $P_{30}K_{20}$, высота растений яровой мягкой пшеницы на этих вариантах составляло соответственно 68; 66; 66 см.

Наибольшую в опыте высоту растений яровой пшеницы 72; 71; 71; 71 см обеспечили соответственно варианты опыта: $N_{60}P_{260}K_{140}$; $N_{30}P_{30}K_{20}$, $N_{15}P_{15}K_{10}$; $N_{30}P_{60}K_{20}$. Эти варианты превышали контроль по высоте растений яровой пшеницы соответственно на 11,0 см; 10,0 см; 10,0 см; 10,0 см.

Одним из важнейших элементов продуктивности яровой пшеницы является масса зерна с 1 колоса.

Исследованиями установлено, что все варианты с применением удобрений по массе зерна с 1 колоса превышали контроль.

При внесении в опыте парных сочетаний элементов питания $N_{30}P_{30}$, $N_{30}K_{20}$, $P_{30}K_{20}$ масса зерна в колосе яровой мягкой пшеницы составляла соответственно 0,397 г; 0,390 г; 0,419 г. Эти варианты превышали контроль по массе зерна в колосе яровой пшеницы соответственно на 14,5 %; 12,7 %; 21,1 %.

Результаты исследований показали, что удобренные фоны по массе зерна в колосе в среднем превышали контроль на 28,1 %.

На варианте внесения полного минерального удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{20}$ масса зерна в колосе составила 0,515 г, т. е. значительно превысила по этому показателю парные сочетания элементов питания.

Удвоение дозы полного минерального удобрения на варианте $N_{60}P_{60}K_{40}$ привело к снижению массы зерна в колосе по сравнению с вариантом $N_{30}P_{30}K_{20}$ на 13,2 %.

Наибольшая масса зерна в колосе в опыте 0,515 г и 0,505 г получена соответственно на вариантах $N_{30}P_{30}K_{20}$ и $N_{60}P_{30}K_{20}$. Эти варианты превышали контроль по массе зерна в колосе соответственно на 48,8 % и 46,0 %.

Исследованиями установлено, что внесение в опыте минеральных удобрений положительно повлияло на накопление к уборке сухой биомассы яровой мягкой пшеницы.

В нашем опыте сухая биомасса яровой мягкой пшеницы в фазу полной спелости изменялась от 3,30 т до 5,07 т с 1 га.

Наибольшее накопление сухой биомассы в опыте обнаружено на вариантах $N_{30}P_{30}K_{20}$, $N_{60}P_{30}K_{20}$, $N_{60}P_{260}K_{140}$ и составляло соответственно 5,07 т; 5,03; 5,01 т с 1 га.

Результаты исследований показали, что внесённые в опыте минеральные удобрения оказали положительное влияние на количество зёрен в колосе яровой мягкой пшеницы.

Наибольшее число зёрен в колосе в опыте сформировалось на вариантах $N_{30}P_{30}K_{20}$, $N_{15}P_{15}K_{10}$, $N_{30}P_{60}K_{20}$ и составляло соответственно 19; 18; 18 шт. Эти варианты превышали контроль по числу зёрен в колосе на 35,7 %; 28,6 %; 28,6 %.

Таким образом, по важнейшим элементам структуры урожая варианты с внесением удобрений превышали контроль (без удобрений).

Исследованиями установлено, что внесение в опыте различных доз и сочетаний минеральных удобрений оказало положительное влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы Учитель.

Результаты исследований показали, что в среднем по опыту за 3 года урожайность яровой мягкой пшеницы Учитель составила 9,9 ц с 1 га (табл. 2).

Таблица 2. **Урожайность яровой мягкой пшеницы Учитель на разных фонах питания, ц с 1 га**

Вариант	Урожайность, ц с 1 га			
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее
Контроль	6,2	8,0	7,8	7,3
$N_{30}P_{30}$	10,8	10,3	10,4	10,5
$N_{30}K_{20}$	9,6	9,8	9,8	9,7
$P_{30}K_{20}$	9,2	9,8	9,6	9,5
$N_{30}P_{30}K_{20}$	10,8	10,5	10,8	10,7
$N_{60}P_{60}K_{40}$	7,5	9,4	10,2	9,0
$N_{15}P_{15}K_{10}$	8,8	14,2	10,2	11,1
$N_{60}P_{30}K_{20}$	9,6	14,0	10,6	11,4
$N_{15}P_{30}K_{20}$	9,5	10,9	10,0	10,1
$N_{30}P_{60}K_{20}$	8,4	12,8	10,1	10,4
$N_{30}P_{15}K_{20}$	9,6	10,0	9,1	9,6
$N_{60}P_{90}K_{40}$	8,2	9,9	8,4	8,8
$N_{90}P_{60}K_{40}$	8,2	11,1	8,5	9,3
$N_{60}P_{260}K_{140}$	8,4	15,1	8,5	10,7
$НСР_{05\ ц/га}$	0,26	0,26	0,10	

В среднем по удобренным фонам она превысила контроль на 2,8 ц с 1 га. Среди изученных вариантов внесения минеральных удобрений за 3 года исследований выделились варианты с наибольшей урожайностью: $N_{60}P_{30}K_{20}$ (11,4 ц с 1 га, +4,1 ц с 1 га или 56,2 %), $N_{15}P_{15}K_{10}$ (11,1 ц с 1 га, +3,8 ц с 1 га или 52,1 %).

Таким образом, наибольшую урожайность яровой мягкой пшеницы 11,4 ц с 1 га и 11,1 ц с 1 га обеспечили варианты $N_{60}P_{30}K_{20}$ и $N_{15}P_{15}K_{10}$.

Обсуждение полученных результатов.

В засушливых условиях Оренбургской области изучение вопроса влияния минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы занимались многие исследователи [7-13].

И.И. Гридасовым, В.М. Андреевой, В.Н. Кравченко изучалась продуктивность яровой пшеницы в зависимости от доз внесения минеральных удобрений. Ими установлено, что яровая мягкая пшеница наибольшую урожайность формировала на фоне внесения азотно-фосфорного и полного минерального удобрений [10, 11].

На фонах $N_{30}P_{30}$ и $N_{30}P_{30}K_{20}$ число продуктивных стеблей превышало контроль на 2,2-11,0 %, продуктивная кустистость составляла 1,25 и 1,28, число зёрен в колосе превышало контроль на 2,6 и 1,8 шт.

Прибавка урожая яровой пшеницы на варианте $N_{30}P_{30}K_{20}$ составляла 4,7 ц/га.

Нашими исследованиями также установлено положительное влияние внесённых удобрений на элементы структуры урожая яровой пшеницы.

Лучшие варианты опыта превышали контроль по числу продуктивных стеблей яровой пшеницы, высоте растений, длине колоса, по числу зёрен в колосе, по массе зерна в колосе, биомассе, отношению зерна к соломе.

Нашими исследованиями установлено, что наибольшее влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы Учитель оказало внесение полного минерального удобрения в дозах $N_{60}P_{30}K_{20}$ и $N_{15}P_{15}K_{10}$.

Выводы.

1. Наилучшие показатели структурного анализа яровой мягкой пшеницы сорта Учитель получены на вариантах $N_{60}P_{30}K_{20}$ и $N_{15}P_{15}K_{10}$.

2. Наибольшую урожайность яровой мягкой пшеницы сорта Учитель 11,4 и 11,1 ц с 1 га обеспечили варианты удобрений $N_{60}P_{30}K_{20}$ и $N_{15}P_{15}K_{10}$.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0027)

Литература

1. Ряховский А.В., Батурин И.А., Березнёв А.Л. Агрономическая химия в приложении к условиям степных районов Российской Федерации. Оренбург, 2014. 283 с.

2. Елисеев В.И. Влияние систематического внесения различных доз минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 6(62). С. 16-17.

3. Сандакова Г.Н., Елисеев В.И. Оценка влияния погодных условий и минерального питания на урожайность яровой сильной пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 3(65). С. 19-22.

4. Елисеев В.И., Макарова О.Г., Суровцева И.С. Влияние длительного применения минеральных удобрений на урожайность яровой мягкой пшеницы // Научное обеспечение инновационного развития сельского хозяйства в условиях часто повторяющихся засух: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летнему юбилею ОНИИСХ: сб. науч. тр. / ФГБНУ «Оренбургский НИИСХ». Оренбург: ООО «Агентство «Пресса», 2017. С. 240-244.

5. Елисеев В.И. Влияние различных доз минеральных удобрений на показатели структурного анализа яровой мягкой пшеницы // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5(61). С. 143-145.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

7. Гридасов И.И., Андреева В.М., Кравченко В.Н. Урожай и качество зерна яровой пшеницы при систематическом применении удобрений в севообороте // Труды Оренбургского НИИСХ. Уфа, 1981. С. 9-18.

8. Абдрашитов Р.Х., Крючков А.Г., Бесалиев И.Н. Отзывчивость сортов яровой пшеницы на уровень и соотношение элементов минерального питания // Агротехника сельскохозяйственных культур и повышение эффективности земледелия: тр. Орен. НИИСХ. Уфа, 1981. С. 59-63.

9. Абдрашитов Р.Х. Особенности формирования оптимальных агроценозов яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Оренбург, 2001. 59 с.

10. Андреева В.М. Урожай и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от минеральных удобрений // Труды Оренбургской областной государственной сельскохозяйственной опытной станции. Челябинск: «Южный Урал», 1972. Вып. 3. С. 122.

11. Андреева В.М. Влияние 10-летнего применения минеральных удобрений на плодородие почвы и продуктивность зерновых культур // Агробиологические и биологические параметры роста урожайности зерновых культур в Оренбургской области: сб. науч. тр. Орен. НИИСХ. Уфа, 1988. С. 58-67.

12. Крючков А.Г. Научные основы выращивания, уборки и послеуборочной обработки сильных и твёрдых пшениц в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Оренбург, 1995. 42 с.

13. Бесалиев И.Н. Влияние предшественников и минеральных удобрений на фотосинтетические показатели, продуктивный процесс, урожайность и качество семян яровой пшеницы в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 1999. 26 с.

Елисеев Виктор Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующий комплексной аналитической лабораторией ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-05-50, e-mail: oniish@mail.ru

Поступила в редакцию 4 декабря 2018 года

UDC 633.11:631.82(470.56)

Eliseev Victor Ivanovich

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

The effect of various doses of mineral fertilizers on indicators of structural analysis and yield of spring soft wheat

Summary. In the arid conditions of Orenburg region, spring soft wheat is cultivated annually on large areas.

Obtaining high and stable yields of spring soft wheat is possible after scientifically based doses of mineral fertilizers are applied to this crop.

The article presents the results of studies for 2016-2018. The data were obtained in a field experiment, effect of the systematic use of various doses of mineral fertilizers were studied after they were mainly applied to the yield of spring soft wheat.

Field experiments were carried out in the central zone of the Orenburg region on spring soft wheat of the Teacher variety. A positive effect of mineral fertilizers on its yield was established.

The highest yield of spring soft wheat grain was 11.4 and 11.1 centners per hectare obtained On average, over 3 years of research, respectively, on variants $N_{60}P_{30}K_{20}$ and $N_{15}P_{15}K_{10}$.

Key words: spring soft wheat, variety Teacher, mineral fertilizer, crop structure, yield, Orenburg region.

УДК 636.22/28.03(035.3)

Факториальная обусловленность и зависимость длительного продуктивного использования молочных коров

Е.Я. Лебедько[1], Н.В. Самбуров[2]

[1] ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет»

[2] ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова»

Аннотация. Проблема повышения долголетнего продуктивного использования молочных коров в современных условиях производства является актуальной и значимой. Цель исследований – изучение и оценка влияния ряда факторов генетического и паратипического порядка на долголетнее продуктивное использование молочных коров. В исследовании применены приёмы и методы с биометрической обработкой первичных данных на ПК с использованием первичного племенного учёта (карточка племенной коровы, форма № 2-МОЛ).

В исследовании установлено, что коровы молочно-мясных пород (швицкой, костромской) в производственных условиях используются более длительное время, на 0,8-2,34 лактации превышающее коров молочной чёрно-пёстрой породы. На сокращение периода продуктивного использования влияет интенсификация технологий производства молока. Коровы с хорошо сложенным и развитым телосложением используются более длительное время, в среднем 5,08-6,84 лактации. Продуктивное долголетие коров генетически обусловлено, о чём свидетельствуют различия этого показателя в зависимости от принадлежности дочерей к отцу-быку. В исследовании установлены и определены другие факторы, влияющие на изучаемый показатель.

Отмечено, что на долголетнее продуктивное использование молочных коров оказывают влияние факторы генетического и паратипического порядка.

Следовательно, в условиях производства возможно направленное регулирование долголетия коров рядом селекционно-генетических и технологических факторов.

Ключевые слова: корова, порода, продуктивное долголетие, наследуемость, корреляция, лактация коров, подбор коров, экстерьер коров.

Введение.

Одним из резервов повышения молочной продуктивности коров является их длительное продуктивное использование. Однако во многих хозяйствах, особенно где применяются индустриальные технологии производства, молочных коров используют не более 2,0-2,5 лактаций (отёлов) [1, 2], так и не достигнув их наивысшей продуктивности, которая приходится в основном на возраст 5-6 отёлов. Длительное продуктивное использование молочных коров связано с темпами ремонта стада, а значит, и с интенсивностью отбора. Экспериментальными исследованиями, проведёнными как в России, так и в ряде зарубежных стран, показано, что на выращивание одной коровы хорошего качества затрачивается столько средств, сколько необходимо затратить на получение 8-11 тыс. кг молока [3]. Вложения на выращивание коровы до её первого отёла начинают оправдываться только с 3-4 лактации. Американскими исследователями установлено, что 65 % прибыли на один день жизни молочной коровы обусловлено её длительным продуктивным использованием [4]. В ряде зарубежных стран взят курс на интенсификацию селекции животных по признаку продуктивного долголетия [4, 5].

С точки зрения селекции продолжительное продуктивное использование коров способствует более точной их хозяйственной и племенной оценке, созданию новых семейств, линий, получению быков-улучшателей. Продуктивное долголетие коров не только зоотехнический, но и экономический фактор. В этой связи изучение аналитической оценки различных факторов, в той или иной степени обуславливающих продолжительность продуктивного использования коров, является весьма актуальной и значимой задачей.

Цель исследования.

Изучение и аналитическая оценка влияния ряда факторов генетического и паратипического порядка на продолжительность долголетнего продуктивного использования молочных коров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Молочные коровы различного генетического происхождения.

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. Исследования по изучаемому вопросу проводились в течение 2002-2017 гг. в ведущих племенных хозяйствах Брянской и Владимирской областей, разводящих чёрно-пёструю, симментальскую, сычёвскую, костромскую и красную горбатовскую породы на фоне различного уровня кормления и продуктивности животных. В исследованиях использованы и аналитически проанализированы данные зоотехнических наблюдений за племенными коровами; первичные данные зоотехнического и племенного учёта, а также данные Государственных племенных книг. В исследовании было задействовано 26 стад племенного скота. Животных подбирали по принципу максимального сходства с учётом возраста, породы, породности, живой массы, продуктивности и других признаков. По общепринятым зоотехническим методикам вели учёт продуктивности коров. Возраст коров учитывали в годах, лактациях, отёлах, днях. Интенсивность раздоя коров анализировали за все учтённые лактации. Выявляли возрастную динамику продуктивности долголетия коров и рассчитывали показатель полноценности лактации.

В реализации плана исследований применяли популяционно-статистический, онтогенетический, генеалогический, феногенетический и иммуногенетический методы.

Оборудование и технические средства. Доение коров осуществлялось двухтактным доильными аппаратами ДА-2М на доильной установке «Тандем» (Россия) в доильных залах. Отбор проб молока для анализа осуществляли по ГОСТ 9225-84. Качество молока (определение содержания жира, белка, СОМО) проводили с использованием прибора-анализатора качества молока «Лактан 1-4М» исполнение 500 СТАНДАРТ (ООО «АгроЛаб», г. Новосибирск, Россия).

Статистическая обработка. Полученные данные были обработаны с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office», с применением программы «Excel» («Microsoft», США), а также пакетом прикладных программ «SPSS Statistics 25» («International Business Machines Corp.», США) и «Minitab 17» («Minitab, Inc.», США).

Результаты исследования.

В исследованиях изучен ряд факторов генетического и паратипического порядка, обуславливающих длительное продуктивное использование молочных коров.

Долголетие коров – стойкий породный признак. Нами установлено, что коровы молочно-мясного направления продуктивности (симментальской, костромской, швицкой, сычёвской) использовались в племенных хозяйствах более длительное время (5,13-5,83 лактации), в то время как продуктивное долголетие коров чёрно-пёстрой породы (молочной) составило в среднем 4,64±0,4 лактации. Однако следует отметить, что имеющаяся разница между группами коров по показателю продуктивного долголетия оказалась статистически недостоверна. Аналогичная закономерность отмечена по коровам разных пород и по количеству полученных от них отёлов. Замечено, что по показателю пожизненной молочной продуктивности коров (23904-28310 кг) преимущество было также на стороне коров молочно-мясных пород.

При изучении влияния фактора «категория племенного хозяйства» (уровень кормления коров в количестве 50-60 ц корм. ед. и выше; оптимальные условия содержания и эксплуатации; кратность доения; способы и системы содержания животных) на продолжительность продуктивно-

го использования коров выявлено, что как в племзаводах, так и в племрепродукторах преимущество по долголетию имели коровы симментальской и швицкой пород (молочно-мясного направления): +1,51 лактации (P>0,95; td=2,04) и +0,88 лактации (P>0,99; td=2,83) соответственно при достоверной статистической разнице в обоих случаях. Отмечено, что категории хозяйств положительно повлияли на проявление коровами наивысшей молочной продуктивности, которая в максимальной степени была характерна для племзаводов: «Красный Октябрь» – 5244±284 кг молока; «Дятьково» – 4970±117 кг и «Память Ленина» – 4981±184 кг.

Была изучена взаимосвязь в оценке экстерьера коров с их продуктивным долголетием. Так, например, независимо от принадлежности к породе и категории хозяйства коровы, имеющие экстерьерную оценку 7 баллов и выше, имели продолжительность использования 5,08-6,84 лактации, в то время как у коров с оценкой менее 7 баллов этот показатель варьировал в пределах 3,21-4,27 лактаций при высокодостоверной статистической разнице. Следовательно, более продолжительным продуктивным использованием в племенных хозяйствах характеризуются пропорционально сложенные, типичные для породы коровы, имеющие молочный крепкий тип конституции.

По племенным стадам нами получен высокодостоверный коэффициент корреляции между оценкой за молочные формы и продолжительностью продуктивного использования молочных коров. В стадах более длительно используются животные, отличающиеся более выраженными признаками молочности. Это подтверждает и отрицательный коэффициент корреляции между оценкой за глубину вымени коровы и продолжительностью её продуктивного использования (r= -0,398-0,561). Более длительным сроком использования отличаются коровы с крепким телосложением, широким крестцом, ярко выраженными молочными формами и хорошо развитыми конечностями.

В селекционно-племенной работе на продуктивное долголетие коров существенное влияние оказывает их прямая принадлежность к отцу, что свидетельствует о наследственной обусловленности этого признака. Так, например, в условиях племзавода «Красный Октябрь» в голштинской линии Вис БэкАйдиала увеличили продуктивное долголетие коров-дочерей такие быки, как Альбом 559, Астронавт 199 и Ганнибал 1697755. Средняя продолжительность продуктивного использования их дочерей составила соответственно 4,4±0,27; 4,7±0,31 и 4,6±0,18 лактации, однако в сравнении со средними показателями долголетия коров по линии разница оказалась статистически недостоверной.

По основным шести линиям костромской породы средний период продуктивного использования коров составил более 5 лактаций. Наибольшим периодом долголетнего продуктивного использования характеризовались в линии Бархата дочери таких быков, как Вулкана 1765 (6,2±0,11; P>0,999, td=3,59), Мрамора 6262 (7,4±0,24; P>0,999, td=6,66), Яра 3020 (7,2±0,10; P>0,999, td=8,95) и Града 8190 (7,0±0,19 лактации; P>0,999, td=6,1).

В других линиях установлены также существенные различия по продуктивному долголетию дочерей разных быков. В линии Ограда улучшателями оказались быки Дар 8543, Дуглас 4073, Доломит 8094. Среднее долголетие коров (их дочерей) составило 6,5-7,2 лактации, что выше среднего значения по линейной выборке на 1,02-1,52 лактации при высокодостоверной статистической разнице.

Среди импортных быков-производителей бурой швицкой породы американской селекции также отмечены и выделены быки с повышенным периодом продуктивного долголетия их дочерей. Например, в этом перечне выделяются дочери быков Танцора 172109 (6,8±0,24; P>0,999, td=5,0); Вермута 342283 (7,1±0,20; P>0,999, td=6,16); Мата 170110 (6,9±0,14 лактации; P>0,999, td=6,1). По другим породам и племенным хозяйствам определена аналогичная устойчивая закономерность.

Нами выявлены и определены оптимальные градации используемых коров и быков с учётом возрастного подбора пар. В условиях племенных заводов показано, что оптимальным вариантом для спаривания (осеменения) следует считать возраст коров 4-6 отёлов и быков 3-9 лет, при этом у полученных коров-дочерей проявляется более длительный период продуктивного использования (5,6-6,3 лактации и выше). Спаривание молодых быков с коровами среднего возраста, на наш взгляд, вызывает «возрастной» гетерозис, который и приводит как к повышению молочной продуктивности, так и увеличению периода их продуктивного использования.

Существенным образом влияет на продолжительность продуктивного использования коров тип подбора: линейный или кросс линий. Отмечено, что в абсолютном большинстве случаев большим периодом продуктивного использования отличались кроссированные коровы, средний период использования которых был на 1,12-1,84 лактации выше в сравнении с коровами, полученными линейным подбором при высокодостоверной статистической разнице.

Обсуждение полученных результатов.

Продуктивное долголетие коров считается наследственно обусловленным признаком. Следует отметить, однако, что коэффициент наследуемости признака (h^2) по ряду племенных стад варьировал от 0,037 до 0,286, причём более высокое его значение было характерно для стад, относящихся к молочно-мясным породам: симментальской, сычёвской, швицкой, костромской (h^2=0,206-0,286).

Полученные нами данные о повышении долголетнего продуктивного использования молочных коров из-за влияния различных факторов (технология производства молока, оценка экстерьера, принадлежность к отцу-быку) согласовываются с результатами данных, полученными многими авторами [2, 4, 8].

Продолжительность продуктивной жизни складывается у коров в процессе их длительного онтогенеза, эволюции. Она определяется строением тела, совершенством нервных корреляций в организме и общебиологическими условиями, образом жизни и эксплуатации животных. Биологически возможное долголетие обусловливает сроки племенного и производственного использования коров. Индивидуальный жизненный цикл животных редко заканчивается физиологической смертью, почти все они выбраковываются из хозяйства раньше возможного срока биологического долголетия по различным причинам [6-10]. Это объясняется тем, что продолжительность продуктивного использования коров определяется их плодовитостью, продуктивностью и племенными качествами. Животных содержат в хозяйстве до тех пор, пока у них эти качества сохраняются на высоком и стабильном уровне.

Наши исследования подтверждают, что на продолжительность продуктивного использования молочных коров существенное влияние оказывают такие факторы, как принадлежность к породе, категория племенного хозяйства, экстерьерная оценка племенных животных, принадлежность к быку-отцу, заводской линии, применяемый метод и тип подбора пар.

Выводы.

1. На продолжительность долголетнего продуктивного использования молочных коров оказывают положительное влияние такие факторы, как принадлежность к породе, категория племенного хозяйства, отцовство отдельных быков-производителей по отношению к коровам-дочерям, оценка экстерьера. Перечисленные факторы способны повысить долголетие коров в среднем на 0,8-2,34 лактации при достоверной статистической разнице.

2. Интенсивные технологии производства молока в племенных хозяйствах ведут к сокращению продуктивного долголетия на 1,2-1,8 лактации.

3. Результаты исследований говорят о возможном регулировании (управлении) долголетнего продуктивного использования молочных коров рядом селекционно-генетических и технологических факторов.

Литература

1. Селекционно-генетическая и эколого-технологическая валентность молочных коров к длительному продуктивному использованию: монография / под общ. ред. проф. Е.Я. Лебедько. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2012. С. 49-53.

2. Кудрин А.Г., Загороднев Ю.П. Зоотехнические основы повышения пожизненной продуктивности коров: учеб. пособие. М.: КолосС, 2007. 148 с.

3. Алифанов В.В., Князева О.А. Продуктивное долголетие коров при разных вариантах кроссов-линий // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2008. № 3-4. С. 53-55.

4. Влияние метода скрещивания на продуктивное долголетие помесных коров / С.В. Карамаев, В.А. Китаев, А.С. Карамаева, Л.В. Фомина // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 1-2(20). С. 58-61.

5. Прохоренко П.Н., Тяпугин С.Е. Влияние различных факторов на продуктивное долголетие коров // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 7. С. 13-16.

6. Валитов Х.З. Организационно-составляющие продуктивного долголетия молочных коров // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 1. С. 70-74.

7. Молочная продуктивность голштинизированных коров ярославской породы при долголетнем использовании / Л.П. Москаленко, Н.С. Фураева, Е.А. Зверева, Н.Д. Муравьева // Главный зоотехник. 2012. № 10. С. 29-33.

8. Куликова С.Г., Ёлкин Н.Н. Продуктивное долголетие коров в зависимости от кровности по голштинской породе и линейной принадлежности // Вестник НГАУ. 2010. Т. 3. № 15. С. 68-72.

9. Труфанов В.Г., Серегин А.С., Глотова Г.Н. Продуктивное долголетие коров холмогорской породы разных генотипов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2010. № 3(7). С. 18-20.

10. Лебедько Е. Я. Факторы повышения долголетнего продуктивного использования молочных коров: учеб. пособие. Брянск: Изд-во Брянской ГСХА, 2003. 140 с.

Лебедько Егор Яковлевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Института повышения квалификации и международных связей ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская, 2а, тел.: 8-483-41-24-225, e-mail: bipkka@mail.ru

Самбуров Николай Васильевич, доктор биологических наук, профессор ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова», 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70, тел.: 8 (4712)53-11-95, e-mail: kurskgsha@gmail.com

Поступила в редакцию 29 октября 2018 года

UDC 636.22/28.03(035.3)

Lebedko Egor Yakovlevich[1], Samburov Nikolay Vasilievich[2]

[1] *FSBEI HE «Bryansk State Agrarian University»,* e-mail: bipkka@mail.ru

[2] *FSBEI HE «Kursk State Agricultural Academy named after I.I. Ivanov»*, e-mail: kurskgsha@gmail.com

Factorial dependence and correlation of long-term productive use of dairy cows

Summary. The issue of increasing the long-term productive use of dairy cows in present terms is relevant and significant. The purpose of the study is to research and evaluate influence of certain genetic and paratypic factors on the long-term productive use of dairy cows. The study used techniques and methods with biometric processing of primary data on a PC using primary pedigree records (a pedigree cow card, Form No. 2-MOL).

It was determined that of milk and beef cattle (Schwyz, Kostroma breeds) in production conditions are used for a longer time, by 0.8-2.34 lactation exceeding the dairy cows of the Black-and-White breed. The shortening of the productive use period is affected by intensification of milk production technologies. Cows with a well-built and well-developed physique are used for a longer time, an average of 5.08-6.84 lactation. The productive longevity of cows is genetically determined, as evidenced by the differences in this index depending on the daughters' belonging to the bull father. Other factors influencing the studied indicator were identified and determined during the research.

In conclusion, it is noted that the long-term productive use of dairy cows is subject to genetic and paratypic factors.

Consequently, in the production terms cows' longevity may be regulated by certain selection-genetic and technological factors.

Key words: cow, breed, productive longevity, heritability, correlation, cows lactation, cows selection, cows exterior.

238

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

Руководство научно-исследовательского института мясного скотоводства

1 ноября 1930 года на основании постановления Президиума Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина № 11 от 2 октября 1930 года и приказа № 322 от 30.10.1930 года на базе ВПО «Скотовод» в системе ВАСХНИЛ создаётся Оренбургский научно-исследовательский институт мясного скотоводства.

Основными задачами института являлись разработка методов совершенствования и выведения новых пород крупного рогатого скота мясного и мясомолочного типов, разработка методов его выращивания и кормления, изучение приёмов агротехники, использования пастбищ и выведение новых сортов кормовых культур.

В зону деятельности института входили районы Средней и Нижней Волги, Западного Казахстана, Башкирии, Калмыцкой области и Восточная часть Северного Кавказа. В деятельность института на всех этапах развития значительный вклад внесли его директора.

Белкин Арон Иосифович
Директор с октября 1930 по март 1932 года.

С момента организации институт возглавлял Арон Иосифович Белкин, который в короткий срок обеспечил его успешную работу в области изучения вопросов выращивания молодняка, кормодобывания, нагула и пр.

Много сил и энергии Арон Иосифович уделял делу подготовки молодых кадров, научных работников. Через организованную по его инициативе аспирантуру велась подготовка высококвалифицированных кадров для социалистического животноводства.

В начале работа института велась небольшой группой в 27 человек, из которых 20 трудились по совместительству в вузах. Лишь с марта 1931 года институт стал пополняться научными работниками, и к июлю 1931 года их число достигло 44, а аспирантов – 21 человек.

С 1931 года, чтобы сделать доступными результаты работы института, объединить учёных и практиков, разбудить и зажечь в них научную мысль и оказать помощь в практической работе, по инициативе Арона Иосифовича начали ежегодно издавать «Труды научных сотрудников» (впоследствии превратившиеся в периодический журнал «Вестник мясного скотоводства», а с 2018 года – в «Животноводство и кормопроизводство»). А.И. Белкин стал их первым редактором.

Мельников Сергей Владимирович
Директор с марта 1932 по сентябрь 1932 года.

В институте началось планомерное изучение проблем питания и использование его результатов в организации и технологии кормления сельскохозяйственных животных, формирование научных представлений о кормлении сельскохозяйственных животных, которое зависит от развития химии и физиологии и от разработки и освоения метода научных исследований, теоретическое обоснование развертывания крупных животноводческих совхозов, товарных животноводческих ферм.

В политически непростые для нашей страны 30 и 40-е годы руководство института менялось часто и не обо всех, к сожалению, сохранились подробности в архивах…

С октября 1932 по июль 1935 года институт возглавлял Владимир Васильевич Подвойский, с июля 1935 по октябрь 1937 года – Иван Васильевич Проничев.

Структуру института в 30-е годы составляли отделы разведения и генетики, кормления, кормодобывания, организации и экономики, зоогигиены. Общий штат института к 1933 году составлял 125 сотрудников. По документам 1934 года в институте были организованы отделы искусственного осеменения, техпропаганды, химическая и гистологическая лаборатории.

Акопян Константин Арутюнович
Директор с октября 1937 по февраль 1938 года.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный деятель науки РСФСР, Лауреат Государственной премии 1 степени. За время производственной и научной деятельности им опубликовано более 70 научных работ. Под его руководством были подготовлены и защищены 2 докторских и 18 кандидатских диссертаций.

Считается величайшим отечественным селекционером XX столетия. В 1951 году за создание новой породы скота – казахской белоголовой Константину Арутюновичу присуждена Государственная премия 1 степени. За большие заслуги в развитии животноводства был награждён Орденом Ленина и орденом «Знак Почёта», медалями «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» и «В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина».

Под его руководством институт начал работу по крупномасштабной селекции и созданию массива герефордизированного скота. В институте были разработаны методические программы отрасли специализированного мясного скотоводства.

С февраля 1938 по июль 1939 года институтом руководил Иван Ефимович Кравченко, с августа 1939 по август 1943 года – Г. Пудаев.

Заркевич Адольф Викентьевич
Директор с августа 1943 по апрель 1950 года.

Кандидат ветеринарных наук, опубликовал свыше 50 научных работ. Награждён в 1943 году знаком «Отличник соцсоревнования Наркомсовхозов СССР», в 1944 году Наркомом Совхозов СССР – денежной премией, в 1946 году – за руководство по успешной работе института в годы войны медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне».

Даже в годы Великой Отечественной войны, несмотря на то, что многие специалисты ушли на фронт, продолжалась научная работа, направленная на ускоренное выращивание крупного рогатого скота.

Видное место в мирное время в работе института занимали вопросы организации и проведения нагула и откорма крупного рогатого скота под руководством профессора К.А. Акопяна. Полученные данные позволили разработать и рекомендовать рациональную систему получения высокой мясной продуктивности от молодняка крупного рогатого скота в различные сезоны содержания. Для создания прочной кормовой базы предложена система рационального использования и улучшения естественных кормовых угодий, разработан агрокомплекс по созданию искусственных сенокосов и пастбищ, выработаны схемы зелёного конвейера для различных природных условий.

В исследованиях большое место заняли изучение и повышение мясной продуктивности скота, разводимого в юго-восточных районах страны. Были предложены методы метизации местного поголовья и создания на этой основе консолидированного типа мясных животных, хорошо приспособленных к суровым условиям содержания и кормления. Результатом данной работы стало утверждение в 1950 году отечественной мясной породы скота – казахской белоголовой, на основе скрещивания местных казахских и калмыцких коров с быками герефордской породы. Авторы породы были отмечены государственными наградами и Государственной премией СССР, а порода получила широкое распространение во многих районах Советского Союза.

Евсеев Вениамин Иринархович
Директор с мая 1950 по июнь 1957 года.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Лауреат Сталинской премии.

Под его руководством в институте были разработаны программы исследований по вопросам кормления, теории и практики кормопроизводства. Обоснованы закономерности питания животных, обуславливающие продуктивность на разных уровнях; рациональная и экономически эффективная эксплуатация и совершенствование продуктивных и племенных качеств животных. Проводилась обследования лугопастбищной территории Юго-востока РСФСР; была дана характеристика естественных сенокосов и пастбищ; оценка влияния выпаса скота на кормовые угодья; предложена система использования пастбищ; проводились исследования по поверхностному и коренному улучшению естественных пастбищ; разработана агротехника лугового и полевого травосеяния многолетних и однолетних кормовых культур.

Была организована и все годы продолжалась серьёзная селекционная работа по выведению новых местных сортов кормовых культур.

В 40-50-е годы в институте работали учёные, которые имели большой авторитет во всех научных учреждениях СССР: П.Д. Пшеничный, Ф.Х. Кушнер, М.Ф. Лазаренко, В.И. Евсеев, К.А. Акопян, В.И. Фёдоров, С.Я. Дудин, Д.Л. Левантин, О.В. Гаркави, А.В. Заркевич.

Хайруллин Шейхи Шайхаторович
Директор с июня 1957 по октябрь 1964 года.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор. За время производственной и научной деятельности опубликовано более 34 научных работ, автор 2 изобретений. Шейхи Шайхаторовичу было присвоено звание «Заслуженный агроном РСФСР».

Под его руководством в институте были разработаны проекты новых типов животноводческих построек с наземной закладкой силоса внутри помещения; теоретически обоснована и практически доказана возможность получения высоких урожаев основных сельскохозяйственных культур в суровых условиях Забайкалья за счёт накопления воды в почве в год, предшествующий посеву; научно обоснованы принципиально новые положения системы и предпосевной обработки почвы, сроков сева сельскохозяйственных культур и борьбы с сорняками в условиях засушливы регионов; теоретически обоснованы новые методы задержания снега в местах выпадения, применением посевов однорядковых кулис, одновременно с севом яровых культур; разработаны методы улучшения пастбищ и сенокосов на склонах через применение полосной и сплошной безотвальной обработки.

Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) 241

Леушин Сергей Георгиевич
Директор с октября 1964 по октябрь 1982 года.

Участник Великой Отечественной войны, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. С.Г. Леушина в 1962 году командировали в Лейпцигский университет для чтения лекций по курсу кормления сельскохозяйственных животных. За время производственной и научной деятельности опубликовал более 250 научных работ, из них 4 монографии, 9 учебно-методических пособий. Он является автор 5 изобретений и 16 рационализаторских предложений. Под его руководством подготовлены и защищены 36 кандидатских и докторских диссертаций. За многолетний и добросовестный труд Сергей Георгиевич награждён двумя орденами «Знак Почёта», орденами «Отечественной войны» и «Трудового Красного Знамени», медалями «За боевые заслуги» и «За Победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.». Занесён в «Книгу Почёта» института.

В период его директорства коллектив сотрудников института вырос до 330 человек. Благодаря его усилиям в 1969 году институт преобразован во Всесоюзный научно-исследовательский институт мясного скотоводства. Развитием научной базы института плодотворно занимались известные учёные: Л.П. Прахов, А.П. Артёменко, Б.Л. Герасимов, С.Г. Леушин, Е.С. Беломытцев, Э.Н. Доротюк и другие, повысившие и укрепившие авторитет института.

Перевод производства говядины на промышленную основу стал новым этапом развития мясного скотоводства. Это послужило основанием для организации в 1970 г. отдела технологии мясного скотоводства, основная работа которого была направлена на разработку технологии содержания молодняка мясных пород с использованием зелёного конвейера, а также выращивании племенного молодняка на культурных огороженных пастбищах.

Значительным вкладом в развитие отрасли стала разработка эффективной технологии откорма на межхозяйственных механизированных откормочных площадках в Оренбургской и других областях.

Учитывая, что институтом был накоплен значительный кадровый потенциал и большой опыт работы по проблемам селекции мясного скота, в 1973 году на Всесоюзный НИИ мясного скотоводства по приказу МСХ СССР были возложены функции Головного научно-методического центра по совершенствованию, созданию новых пород, типов, линий мясного скота. Начиная с 1980 года, институт является координирующей организацией всех научных исследований, выполняемых по мясному скотоводству в СССР. Программа координации включала отдельные исследования 39 НИУ на территории Российской Федерации и союзных республик. В этот период на базе института проводится семинар-совещание по вопросам развития мясного скотоводства, в котором принимают участие представители стран-участников СЭВ.

В период создания предприятий промышленного типа по производству говядины под руководством Г.И. Белькова была проведена значительная работа по усовершенствованию и внедрению эффективных технологических приёмов выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота, а под руководством В.И. Левахина и Е.С. Беломытцева разработана и внедрена промышленная технология производства на основе использования высокопродуктивных пород, рационального кормления и содержания животных, механизации и автоматизации производственных процессов.

Большая работа была проведена селекционерами отдела кормопроизводства, ими было создано 12 новых сортов восьми кормовых культур. Среди них непревзойдёнными остаются сорт суданской травы «Бродская 2» и ячменя «Донецкий 8».

Создание в 1979 году лаборатории производственных факторов устойчивости мясного скотоводства позволило изучить устойчивость животных к неблагоприятным условиям внешней среды в различных природно-климатических зонах страны (руководитель – В.И. Левахин).

Сотрудники лаборатории размножения и искусственного осеменения мясного скота сумели организовать глубокое замораживание семени лучших производителей герефордской, казахской белоголовой, абердин-ангусской, шортгорнской и шаролезской пород в хозяйствах страны. Созданный «банк» семени (75000 доз) от высокоценных быков использовался для обмена между ведущими племенными хозяйствами страны.

Большой объём научно-исследовательской работы был выполнен лабораторией иммуногенетических исследований. Протестирован массив более 22 тыс. голов племенных животных. На основании полученных результатов изучался филогенез пород, достоверность происхождения потомков, взаимосвязь иммуногенетических показателей и полиморфных систем белков.

Калугин Николай Васильевич
Директор с октября 1982 по январь 1992 года.

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. За время производственной и научной деятельности им опубликовано более 80 научных работ по различным вопросам ведения животноводства и кормопроизводства. Николай Васильевич награждён медалями «За доблестный труд в ознаменовании 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» и «Ветеран труда», Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства РФ.

Под его руководством в институте были исследованы основные кормовые культуры Уральского региона с точки зрения эффективности производства продуктов животноводства; разработана программа для хозяйств Оренбургской области по развитию кормовой базы и изменению её структуры (низкопродуктивные пашни (около 1 млн. га) постепенно исключались из оборота и превращались в пастбища и сенокосы, на их основе развивалось мясное скотоводство и овцеводство); изучались системы летнего содержания скота; вопросы технологии заготовки и хранения кормов, увеличения производства кормового белка.

Коллектив лаборатории производственных факторов устойчивости мясного скотоводства, возглавляемый Владимиром Ивановичем Левахиным, принимал активное участие в разработке и реализации комплекса мероприятий по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС в сельскохозяйственном производстве. Эти разработки высоко оценены МАГАТЭ.

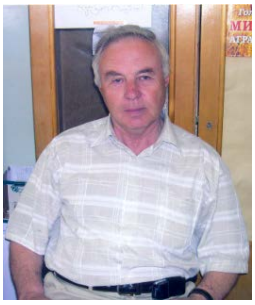
Заверюха Александр Харлампиевич
Директор с января 1992 по февраль 1993 года.

Доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент Российской академии наук. С 1993 по 1997 годы – заместитель председателя Правительства РФ. Несмотря на непродолжительный период работы Александра Харлампиевича, институт получил дальнейшее развитие – принял в качестве опытных хозяйств пять предприятий, расположенных в различных регионах страны. Впервые в системе Российской академии сельскохозяйственных наук начинает работать аккредитованная в системе Госстандарта испытательная лаборатория под руководством Галины Борисовны Родионовой. Получило статус племенного завода ведущее ОПХ института – «Экспериментальное». Коллектив института занимался научным обеспечением государственных программ.

Александр Харлампиевич награждён орденом «Знак Почёта», медалями «За трудовое отличие», «Ветеран труда», «За доблестный труд в ознаменовании 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», ему объявлена Благодарность Президента РФ.

В институте начинает работать Диссертационный совет под председательством член-корреспондента В.И. Левахина.

Мазуровский Леонид Зиновьевич
Директор с февраля 1993 по октябрь 1998 года.



Кандидат сельскохозяйственных наук. За время производственной и научной деятельности им опубликовано более 120 научных работ. Леонид Зиновьевич награждён медалями «За трудовую доблесть», «Ветеран труда», нагрудным знаком Всероссийского выставочного центра «Участник ВВЦ». Период работы Л.З. Мазуровского в качестве директора пришлось на сложное время, связанное с нарушением финансирования, разрушением связей между научными коллективами на всей территории государств постсоветского пространства.

В это непростое время сотрудники института реализовали целый ряд успешных проектов по развитию мясного скотоводства в Челябинской области. Результатом этой деятельности стало создание ведущих отечественных племпредприятий, разводящих новые типы мясного скота, среди которых можно отметить племенные заводы ООО «АФ Калининская», ООО «Варшавское», ОАО «ПФ Челябинская», ООО «Совхоз Брединский» и другие. В 1996-1998 годах на территории Республики Казахстан утверждены новые заводские типы казахской белоголовой породы «Шагатайский» и «Анкатинский».

Зелепухин Александр Григорьевич
Директор с ноября 1998 по декабрь 2001 год,
с апреля 2004 по ноябрь 2007 года.

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор. С 2001 по 2004 год – член Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации от Оренбургской области. С 2006 по 2011 год – депутат Законодательного собрания Оренбургской области. За время производственной и научной деятельности опубликовал около 190 научных трудов, в том числе 8 монографий, 2 учебных и 6 рекомендательных пособий по вопросам сельского хозяйства. За свою трудовую, политическую и общественную деятельность Александр Григорьевич был награждён Орденом Ленина, орденами Трудового Красного Знамени и Октябрьской революции, медалями «За вклад в развитие агропромышленного комплекса» 1 и 2 степени, получил звание «Заслуженный работник сельского хозяйства РФ».

В работе института значительное место отводится исследованиям по племенным ресурсам мясного скота в России; влиянию факторов кормления и технологии содержания на продуктивность животных; необходимости сочетания откорма и нагула, влияющих на рост животных и себестоимость мясной продукции; разработаны практические мероприятия с закреплением ответственных исполнителей и сроков выполнения по реализации приоритетного национального проекта «Развитие АПК». При непосредственном участии Александра Григорьевича на базе ВНИИМС организовано некоммерческое партнерство «Мясоплемскот», объединяющее более 65 хозяйств и предприятий, развивающих отрасль мясного скотоводства.

В 2006 году утверждён первый отечественный тип мясных симменталов «Брединский мясной», новые типы калмыцкого скота «Южно-Уральский» и абердин-ангусов «Волгоградский».

Существенным результатом племенной работы явились апробация и утверждение в 2007 году новой отечественной породы мясного скота – русская комолая.

Левахин Владимир Иванович
Директор с января 2002 по апрель 2004 года.

Доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, действительный член (академик) Международной академии информатизации, Международной академии аграрного образования, Международного консультационного совета по племенному скотоводству, эксперт ВАК Минобрнауки России по зоотехническим и ветеринарным наукам. За время производственной и научной деятельности им опубликовано более 800 научных публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 77 монографий и учебных пособий. Он – автор и соавтор 37 патентов на изобретения. Под руководством В.И. Левахина подготовлено и успешно защищено 108 диссертаций, из которых 31 – докторская.

За многолетний добросовестный труд, личный вклад в развитие агропромышленного комплекса Владимир Иванович награждён медалями «За доблестный труд», «Ветеран труда», знаком «Участник ликвидации последствий аварии на ЧАЭС», премией Правительства РФ в области науки и техники (2005 год); Благодарностью Президента РФ В.В. Путина. Владимир Иванович удостоен звания «Заслуженный деятель науки РФ», «Заслуженный работник сельского хозяйства РФ», «Почётный работник АПК России».

В 2002 году в результате почти 40-летней работы коллектива института был создан «Заволжский» типа комолого скота казахской белоголовой породы в племзаводе «Красный Октябрь» Волгоградской области.

Мирошников Сергей Александрович
Директор с января 2008 года по настоящее время.

Доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук. С.А. Мирошников избран экспертом РАН, входит в состав научно-технического совета Департамента животноводства МСХ РФ, наблюдательного совета правления Федерации Европейских обществ по изучению микроэлементов и минералов (FESTEM), совета директоров Национального союза производителей говядины, Национальных ассоциаций заводчиков герефордского, казахского белоголового и калмыцкого скота, Российского общества медицинской элементологии. За время научной деятельности им опубликовано более 500 научных публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 13 монографий. Сергей Александрович – автор и соавтор 75 патентов на изобретения. Под его руководством подготовлены и успешно защищены 26 кандидатских и докторских диссертаций.

В этот период коллектив института активно работает над возрождением отечественного мясного скотоводства. В 2008 году Институтом разработана отраслевая программа «Развитие мясного скотоводства России на 2009-2012 гг.», в 2016 году – «Концепция устойчивого развития мясного скотоводства в России на период до 2030 года», предполагающая создание до 1 млн рабочих мест. Сотрудниками отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины (руководитель – А.В. Харламов) разработано 11 региональных программ развития мясного скотоводства в различных регионах страны, в том числе Амурской и Сахалинской областях.

На базе института под эгидой МСХ России и в сотрудничестве с ведущими племенными предприятиями страны в 2009-2017 годах созданы четыре Национальные ассоциации: в 2009 году Национальная Ассоциация заводчиков герефордского скота (президент – И.Е. Феклин, гендиректор – М.П. Дубовскова), в 2010 году Национальная Ассоциация заводчиков казахского белоголового скота России (президент – С.А. Соловьёв, гендиректор – В.В. Середин), в 2011 году Националь-

ная Ассоциация заводчиков калмыцкого скота России (президент – П.П. Ланцанов, гендиректор – Ф.Г. Каюмов), в 2017 году Национальная Ассоциация абердин-ангусского скота (президент – С.Г. Гончаров).

Значимость института для развития отрасли была признана зарубежными партнерами, что предопределило создание в 2013 году Министерством сельского хозяйства и продовольствия Канады на базе института Канадско-Российского консультативного центра по животноводству (руководитель С.В. Нотова). В 2013 году подписан меморандум о сотрудничестве с Институтом Животноводства Франции.

Активная работа по передаче передового опыта потребовала создания в 2009 году на базе института Учебного центра (руководитель – С.В. Нотова), услугами которого воспользовались свыше 700 слушателей из 28 регионов страны и четырёх стран СНГ. В институте успешно реализуется образовательная программа высшего образования – программа подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, приказом Министра образования и науки РФ создана докторантура.

Дальнейшее развитие получил Испытательный центр ВНИИМС (руководитель – Г.Б. Родионова, с 2014 года – Т.Н. Холодилина), аккредитованный Госстандартом Российской Федерации как технически компетентная и независимая (аттестат аккредитации RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015) «экспертная организация» (Росс RU.0001.25ГН11) с правом проведения мероприятий по государственному контролю (надзору) в области пищевой продукции и продовольственного сырья, кормов и кормовых добавок, воды, почвы, услуг общественного питания.

Доцентом Л.Г. Сурундаевой возрождена и лицензирована лаборатория генетической экспертизы. Впервые в истории коллективу института передано право на выдачу племенных свидетельств в рамках вновь созданного Информационно-селекционного центра и Лаборатории селекционного контроля качества молока (руководитель – Л.Г. Сурундаева).

Продолжена активная работа по созданию новых селекционных форм мясного скота. Коллективом отдела разведения мясного скота (руководитель – Л.З. Мазуровский, с 2014 года – С.Д. Тюлебаев) в 2008 году утверждён новый тип герефордского скота «Уральский герефорд», в 2010 году – новый тип красного степного скота «Каргалинский мясной», новые типы калмыцкого скота «Айта» и «Вознесеновский», симментальского «Баганский мясной» и др.

Значительно расширена тематика исследований коллектива. В 2014 году на конкурсной основе при финансовой поддержке Российского научного фонда на базе ВНИИМС создана новая современная лаборатория «Агроэкологии техногенных наноматериалов» (руководитель – Е.А. Сизова), которая в 2017 году преобразована в Центр «Нанотехнологии в сельском хозяйстве». Благодаря финансовой поддержки РНФ в институте начаты работы по проблемам биоэлементологии, антибиотикорезистентности, металломики и др. В 2016 году организована лаборатория селекции мясного скота (руководитель – К.М. Джуламанов), в которой разрабатывается технология автоматической экспертной оценки сельскохозяйственных животных на основе методов бесконтактного измерения трёхмерных морфологических характеристик. В 2016 году создана научная группа для изучения молекулярных механизмов ингибирования «чувства кворума» бактериальных клеток микрофлоры, исследование по искусственному синтезу малых молекул (руководитель – Г.К. Дускаев, научный консультант – Д.Г. Дерябин). Начиная с 2015 года начала работу лаборатория биологических испытаний и экспертиз (руководитель – С.В. Лебедев) выполняющая в том числе работы по экспертизе психотропных и наркотических веществ.

Дальнейшее развитие получило периодическое издание, издаваемое в Институтом с 1931 года – «Вестник мясного скотоводства», в 2018 году переименован в «Животноводство и кормопроизводство» (редактор – З.Г. Долгополова). С 2015 года входит в Перечень журналов, рекомендованных ВАК для публикации материалов докторских и кандидатских диссертаций по зоотехнии и ветеринарии.

На протяжении всей истории института научными школами учреждения подготовлено свыше 900 докторов и кандидатов наук.

Согласно штатному расписанию во ВНИИМСе в декабре 2017 года работали 107 человек, в том числе 23 доктора и 39 кандидатов наук.

22 декабря 2017 года в соответствии с решением учредителя ВНИИМС – ФАНО России, согласованного 15 марта 2017 года с заместителем Председателя Правительства Российской Федерации А.В. Дворковичем № АД-П8-1483, принято решение о создании на базе ВНИИ мясного скотоводства «Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». ФНЦ создан путём присоединения к базовой организации ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства» Оренбургского научно-исследовательского института сельского хозяйства» (ФГБНУ ОНИИСХ).

Миссией проекта является создание в рамках ФНЦ научно-инновационного ядра технологической модернизации сельского хозяйства, достижение существенного роста эффективности научных разработок по перспективным направлениям селекции и генетики растений и животных, развитие агробиотехнологий с использованием современных решений в области физиологии, нанотехнологий и генетики.

З.Г. Долгополова
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН

Руководство и сотрудники Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», редколлегия журнала «Животноводство и кормопроизводство»

СЕРДЕЧНО ПОЗДРАВЛЯЮТ С ЮБИЛЕЕМ:

доктора сельскохозяйственных наук Шакура Ахмеевича Макаева

Нину Николаевну Докину

Шакур Ахмеевич Макаев

Родился 4 октября 1938 года в селе Никитино Саракташского района Оренбургской области.

Окончив в 1965 году Оренбургский сельскохозяйственный институт, поступил работать в колхоз имени Жданова Александровского района Оренбургской области главным зоотехником. В настоящее время Ш.А. Макаев – главный научный сотрудник отдела разведения мясного скота ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

Достижения науки по совершенствованию скота мясных пород внедрялись Ш.А. Макаевым в племенном совхозе имени Димитрова Илекского района Оренбургской области, дальнейшая научно-исследовательская работа была направлена на совершенствование казахской белоголовой и абердин-ангусской пород в стадах ведущих племенных заводов страны. Результатом этой работы стали созданные под его руководством и непосредственным участии типы пород мясного скота: «Шагатайский» и «Заволжский» комолых животных казахской белоголовой породы, «Южно-Уральский» калмыцкого скота и «Волгоградский» абердин-ангусской породы и новой мясной породы «Русская комолая» крупного рогатого скота, которые подтверждены получением авторских свидетельств и патентов.

Шакур Ахмеевич проводил экспедиционные исследования племенных хозяйств России и Казахстана, принимал активное участие в разработке планов селекционно-племенной работы со стадом казахского белоголового скота ряда племхозов Оренбургской области, РСФСР и СССР, участвовал в проведении исследований по оценке быков-производителей, которые легли в основу разработки методических указаний оценки быков мясных пород по качеству потомства и испытания бычков по интенсивности роста, оплате корма, мясным формам.

Ш.А. Макаев является научным руководителем и ответственным исполнителем научно-исследовательских работ по выполнению заданий Министерства сельского хозяйства Оренбургской области. В 2017 году в составе коллектива авторов реализовал грант Министерства образования Оренбургской области по теме «Генерация новых селекционных форм высокопродуктивного скота с использованием передовых молекулярно-генетических решений».

Осуществляет подготовку и повышение квалификации специалистов племенных хозяйств.

Проводимые Макаевым Ш.А. исследования нашли своё отражение в опубликованных им более 300 научных работах в области селекции мясного скота, в т. ч. 44 монографиях по развитию племенного мясного скотоводства, 8 рекомендациях и учебных пособиях по повышению продуктивных и племенных качеств животных. В производство внедрено 7 рационализаторских предложений и 6 изобретений в области селекции животных мясных пород крупного рогатого скота.

За цикл работ по совершенствованию казахской белоголовой породы создание её комолого типа Ш.А. Макаев награждён Дипломом «Лауреат премии администрации Оренбургской области в сфере науки и техники». Неоднократно награждался медалями ВДНХ СССР и ВВЦ РФ за селекционные достижения в животноводстве, а также: Почётной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук, Почётной грамотой министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Почётной грамотой министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, награждён медалью «Ветеран труда».

Нина Николаевна Докина

Родилась 16 октября 1963 года в посёлке Ясная Поляна Ташлинского района Оренбургской области

После окончания агрономического факультета Оренбургского сельскохозяйственного института вся дальнейшая практическая деятельность прошла в стенах института, отделе кормопроизводства, затем в отделе кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им С.Г. Леушина.

Нина Николаевна принимала участие в качестве исполнителя в проведении исследований по различным вопросам кормопроизводства на Южном Урале, работ по семеноводству кормовых трав, в выполнении хоздоговорных работ по разработке и внедрению научно-обоснованного кормового севооборота и технологий возделывания в них кормовых культур для животноводческих хозяйств, возделывания зернобобовых культур и донника в смешанных посевах для производства монокорма с высоким содержанием белка в зоне сухой степи Оренбургской области.

Н.Н. Докина участвовала в разработке технологий перезалужения старовозрастных посевов многолетних трав на деградированных пахотных землях, проведении исследований по изучению влияния погодных условий и поверхностного улучшения на продуктивность естественных кормовых угодий зоны сухой степи Оренбургской области, а также разрабатывала: приёмы создания высокопродуктивных сенокосов на подверженных эрозии пахотных землях сухой степи Южного Урала, экономически чистые технологии создания и использования сенокосов и пастбищ для мясного скота на основе залужения деградированных пахотных земель, обеспечивающих высокопродуктивное долголетие, охрану окружающей среды, расширение воспроизводства поголовья и высокую продуктивность животных.

Результатами труда Н.Н. Докиной стали более 70 научных статей, соавторство в 8 патентах на изобретения Российской Федерации, которые успешно находят применение в сельскохозяйственном производстве и в настоящее время.

Н.Н. Докина неоднократно награждена Почётными грамотами и благодарственными письмами, в том числе: Почётной грамотой Министерства сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области, Благодарностью Министерства сельского хозяйства РФ.

За активную гражданскую и жизненную позиции коллектив института много лет подряд выбирает Нину Николаевну членом профкома института. Почётная грамота Федерации организаций профсоюзов Оренбургской области – оценка её заслуг, как профсоюзного работника.

Список статей, опубликованных в журнале в 2018 году 249

Инновационное направление науки

Каримов И.Ф., Дускаев Г.К., Левахин Г.И. Влияние растительных веществ на сигнальные молекулы quorum sensing (исследование in vitro)……..3
Кизаев М.А., Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Мыльникова Т.А. Влияние наночастиц хрома на качественные показатели мяса бычков при воздействии стресс-факторов……...4
Косян Д.Б., Макаева А.М. Перспектива использования наночастиц диоксида кремния для повышения переваримости кормового субстрата……...4
Мирошников С.А., Гарипова Н.В., Холодилина Т.Н., Курилкина М.Я., Дускаев Г.К. Продуктивное действие и переваримость кормов при использовании в кормлении птицы микрочастиц железа……..2
Сизова Е.А., Яушева Е.В., Холодилина Т.Н. Биологическая аттестация наночастиц системы CuO на бактериальных моделях……..4
Цянь Чжао, Пэн Чжэн, Ягуан Тянь, Хе Хуан Оценка влияния NFC/NDF на параметры рубцового пищеварения и разнообразие микробиальной флоры телят……..1

Разведение, селекция, генетика

Габидулин В.М., Алимова С.А., Салихов А.А., Борисова В.В., Климова Т.А. Элементный состав шерсти коров в зависимости от полиморфиза гена TG5……4
Генов С.Г. Продуктивные качества бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов……..1
Герасимов Н.П., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф., Рябов Н.И. Формирование экстерьера бычков разных генотипов во взаимосвязи с уровнем кормления……2
Гостева Е.Р., Улимбашев М.Б. Воспроизводительные особенности симменталов Поволжья как маркеры их адаптации к факторам среды……..4
Джуламанов К.М., Герасимов Н.П., Бактыгалиева А.Т., Айтжанова И.Н. Формирование весового роста у тёлок казахской белоголовой породы и кросса с внутрипородным типом уральский герефорд в условиях сухостепной зоны Западного Казахстана……...4
Дубовскова М.П., Селионова М.И., Чижова Л.Н., Герасимов Н.П., Ворожейкин А.М., Колпаков В.И., Джуламанов Е.Б. Генетическая характеристика герефордского скота по группам крови и ДНК-маркеру GDF 5 в отечественной популяции……..3
Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Канатпаев С.М., Пущаева А.В. Показатели роста и развития молодняка разных генотипов при оценке их отцов по качеству потомства……2
Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Туржанов С.Ш. Воспроизводительная способность симментальских тёлок разных генотипов……..2
Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д., Польских С.С., Габидулин В.М. Характеристика волосяного покрова симментальских бычков различных генетических сочетаний……..3
Каюмов Ф.Г., Герасимов Н.П., Шевхужев А.Ф., Баринов В.Э., Сангаджиев Р.Д., Третьякова Р.Ф. Реализация потенциала весового роста бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами при разном уровне кормления……....1
Каюмов Ф.Г., Дунин И.М., Селионова М.И., Герасимов Н.П., Баринов В.Э., Третьякова Р.Ф. Анализ полиморфизма генов CAPN1, GH и TG5 у помесного молодняка при скрещивании калмыцкого скота и красных ангусов……...4
Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Фомин А.В. Хозяйственно-биологические особенности и мясная продуктивность бычков казахского белоголового скота и его помесей с герефордской породой……...1
Макаев Ш.А., Тайгузин Р.Ш., Фомин А.В., Сарыбаев С.А. Метод чистопородного разведения по линиям в совершенствовании казахского белоголового скота……...2

Мансурова М.С. Показатели роста, развития и воспроизводительной способности коров герефордской породы австралийской селекции в условиях Амурской области…….....4
Насамбаев Е.Г., Бозымов К.К., Ахметалиева А.Б., Нугманова А.Е., Жумаева А.К., Дуимбаев Д.А. Клинико-физиологические и воспроизводительные особенности скота герефордской, абердин-ангусской пород зарубежной селекции и отечественной казахской белоголовой породы……...4
Русакова Е.А., Косян Д.Б., Мирошников С.А. SIRT3, SIRT1 как потенциальные гены-кандидаты регуляции липидного обмена у крупного рогатого скота (обзор)……..4
Селионова М.И., Кононова Л.В., Сычёва О.В. Оценка полиморфизма гена пролактина у коров молочных пород……..1
Третьякова Р.Ф., Каюмов Ф.Г., Кущ Е.Д. Изменение промеров телосложения и взаимосвязь линейного и весового роста у тёлок калмыцкой породы новых заводских типов……2
Третьякова Р.Ф., Амерханов Х.А., Кущ Е.Д., Каюмов Ф.Г., Отаров А.И. Сезонные изменения в морфологическом и биохимическом составах крови у бычков калмыцкой породы разных генотипов……...3
Филиппова Н.П., Павлова Н.И., Корякина Л.П., Степанов Н.П., Мордовской Н.Н., Григорьева Н.Н. Микросателлитный анализ якутского скота……...4
Хакимов И.Н., Григорьев В.С., Мударисов Р.М. Улучшение экстерьера молодняка герефордской породы мясного скота методом интербридинга……...2
Шевелёва О.М., Часовщикова М.А. Характеристика генетической структуры стада герефордской породы по STR-локусам……..4

Технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве

Абитов А.М., Атаев М.А., Улимбашев М.Б. Влияние технологических факторов на стрессоустойчивость и проявление продуктивных качеств крупного рогатого скота……2
Ажмулдинов Е.А., Кизаев М.А., Титов М.Г., Бабичева И.А. Влияние различных стресс-факторов на организм сельскохозяйственных животных (обзор)……...2
Бельков Г.И., Панин В.А. Стрессустойчивость как фактор биоресурсного потенциала симментальских и голштин×симментальских коров……1
Бельков Г.И. Мясная продуктивность бычков-кастратов казахской белоголовой породы и эффективность производства говядины при различных системах нагула и откорма……4
Горелик В.С., Горелик О.В., Семенова Н.Н. Экологическая оценка применения сукцинат хитозана для коров в зоне Южного Урала……1
Горелик Л.Ш., Горелик О.В., Харлап С.Ю. Состояние гипофизарно-тиреоидной системы в организме кур в ходе яйцекладки……2
Горелик А.С., Горелик О.В., Лиходеевская О.Е. Изменение морфологических и иммунологических показателей крови телят при применении Альбит-Био……...3
Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Суторма О.А., Ранделина В.В., Ранделин А.В., Натыров А.К. Эффективность различных вариантов промышленного скрещивания крупного рогатого скота мясных пород российской селекции……3
Дусаева Е.М., Курманова А.Х. Преимущества мясного скотоводства в новых парадигмах развития……..2
Канарейкина С.Г., Минниахметова Г.Р., Канарейкин В.И. Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта……..1
Канатпаев С.М., Тюлебаев С.Д., Кадышева М.Д., Литовченко В.Г., Косилов В.И., Корнейченко В.И. Качественные показатели мясной продуктивности бычков разных генотипов в 15-месячном возрасте……4

Список статей, опубликованных в журнале в 2018 году 251

Кизаев М.А., Ажмулдинов Е.А., Титов М.Г., Соболева Н.В. Физиологические показатели бычков чёрно-пёстрой породы при воздействии транспортного стресса……...3
Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я. Влияние коррекции статуса свинца и кадмия, оценённого по химическому составу шерсти, на воспроизводительные качества коров чёрно-пёстрой породы……...1
Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я., Атрощенко М.М. Влияние породной принадлежности на элементный статус лошадей……1
Мирошников С.А., Завьялов О.А., Фролов А.Н., Курилкина М.Я., Калашников В.В., Зайцев А.М., Атрощенко М.М., Сиразетдинов Ф.Х. Разработка способа отбора проб волос лошадей для исследования на элементный состав……4
Мирошников С.А., Морган Г.А., Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А., Атландерова К.Н. Воспроизводительные качества коров герефордской породы канадской селекции в условиях Южно-Уральской биогеохимической провинции……..4
Нотова С.В., Казакова Т.В., Маршинская О.В. Современные методы и оборудование для оценки поведения лабораторных животных (обзор)……..1
Отаров А.И., Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф. Эффективность откорма и адаптационные способности калмыцких и швицких бычков в горных условиях Кабардино-Балкарской Республики……2
Рахимжанова И.А., Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Дусаева Х.Б. Продуктивность и химический состав молока подсосных мясных коров при скармливании различных уровней ненасыщенных жирных кислот в рационе……1
Тюлебаев С.Д., Польских С.С., Кадышева М.Д., Амиршоев Ф.С., Соколай С.Л. Особенности морфологического состава туш и анатомических частей симментальских бычков различной генетической принадлежности……...4
Улимбашева Р.А., Шевхужев А.Ф., Смакуев Д.Р., Цурикова Н.В. Оплата корма приростом живой массы молодняка калмыцкой и бурой швицкой пород, выращенного по разным технологиям……1
Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В., Макаева А.М. Оценка биохимических показателей крови коров с низкими воспроизводительными качествами после внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов……2
Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В., Леонтьева Л.П., Курилкина М.Я. Влияние внутримышечного введения препарата, содержащего комплекс эссенциальных микроэлементов, на качественные показатели молока мясных коров……4
Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А., Маркова И.В. Элементный статус коров мясного направления продуктивности в Оренбургской области……1

Теория и практика кормления

Гаганов А.П., Зверкова З.Н., Юртаева К.Е. Выращивание цыплят-бройлеров на новых сортах ярового рапса……4
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……...2
Галиев Б.Х., Ширнина Н.М., Картекенов К.Ш., Мирошников И.С., Байков А.С., Королёв В.Л. Продуктивное действие рационов бычков, выращиваемых на мясо, в зависимости от технологии подготовки концентрированных кормов……3
Гилёв К.В., Ситников В.А. Переваримость собаками питательных веществ готовых сухих кормов «Royal Canin» и приготовляемого корма из натуральных продуктов……3

Йылдырым Е.А., Ильина Л.А., Солдатова В.В., Филиппова В.А., Соколова О.Н., Козлова Ю.А. Результаты исследования эффективности действия сорбента фитобиотика Заслона-Фито в рационах дойных коров……1
Колесникова И.А. Содержание общего белка и белковых фракций в сыворотке крови цыплят-бройлеров при скармливании лактобактерий и иодида калия……...2
Курилкина М.Я., Холодилина Т.Н., Муслюмова Д.М., Завьялов О.А., Атландерова К.Н. Баланс азота, обмен кальция и фосфора в организме бычков при использовании рационов, содержащих высокодисперсные частицы металлов……..1
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……2
Курилкина М.Я., Холодилина Т.Н., Муслюмова Д.М., Завьялов О.А., Гарипова Н.В., Сиразетдинов Ф.Х. Влияние препаратов высокодисперсных металлов на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров……...3
Лебедев С.В., Кван О.В., Губайдуллина И.З., Гавриш И.А., Гречкина В.В., Момчилович Б., Рябов Н.И. Влияние наночастиц хрома на активность пищеварительных ферментов и морфологические и биохимические параметры крови телёнка……4
Лебедев С.В., Кван О.В., Шейда Е.В., Маркова И.В., Губайдуллина И.З., Гречкина В.В., Королёв В.Л. Переваривание питательных веществ в различных отделах желудочно-кишечного тракта в зависимости от качества протеина в рационе у телят……4
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……...2
Левахин Ю.И., Нуржанов Б.С., Рязанов В.А., Поберухин М.М. Влияние жиросодержащей добавки Палматрикс на процессы рубцового пищеварения бычков и эффективность использования ими питательных веществ рациона……...3
Макаева А.М., Атландерова К.Н. Переваримость питательных веществ корма при использовании биостимулятора экстракта коры дуба (Quercus cortex) в условиях in vitro……...1
Маслюк А.Н., Токарева М.А. Эффективность оптимизации протеинового и углеводного питания высокопродуктивных коров……4
Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Килякова Ю.В., Мирошникова М.С., Маленкина К.А., Мирошников И.С. Гематологические параметры молоди стерляди на фоне совместного использования культуры *Bacillus subtilis* и наночастиц сплава Cu-Zn……..3
Никитин А.Ю., Маркова И.В., Лебедев С.В. Морфобиохимические показатели крови бройлеров при коррекции рациона тритикале и ферментными препаратами Ронозим и Ровабио…..1
Никулина Н.Ш., Никулин А.Ф., Маркова И.В. Эффективность пробиотической добавки Биогумитель-Г на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы……1
Нуржанов Б.С., Левахин Ю.И., Рязанов В.А. Влияние барогидротермически обработанной кормосмеси с содержанием «bypass» жиров на потребление и использование энергии рационов бычками на откорме……1
Рязанов В.А., Левахин Ю.И., Дускаев Г.К., Нуржанов Б.С. Переваримость рационов in situ, содержащих жировую добавку БифПлюс, и её влияние на количественный и видовой состав микрофлоры рубца молодняка крупного рогатого скота……3
Тагиров Х.Х., Зубаирова Л.А., Фисенко Н.В. Влияние биологических консервантов в составе сенажированных кормов на физико-химические свойства мяса и внутреннего жира-сырца……...4
Ушаков А.С., Рахматуллин Ш.Г. Марганцевый критерий в питании животных……...1
Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Быков А.В. О восполнении дефицита легкоусвояемых углеводов в рационе жвачных животных с применением биотехнологий (обзор)……..1

Список статей, опубликованных в журнале в 2018 году 253

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……2
Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Картекенов К.Ш., Мирошников И.С., Корнейченко В.И., Рахимжанова И.А., Байков А.С. Влияние кавитационной обработки концентрированных кормов на поступление и переваримость питательных веществ рациона при выращивании молодняка крупного рогатого скота……...3
Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Картекенов К.Ш., Мирошников И.С., Рахимжанова И.А., Байков А.С., Дусаева Х.Б. Гематологические показатели бычков, выращиваемых на мясо, при использовании в рационах кавитированных концентратов……4

Кормопроизводство и корма

Аминова Е.В., Мушинский А.А., Васильев А.А., Дергилева Т.Т. Оценка гибридов картофеля в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья……..3
Бесалиев И.Н., Каравайцев Я.А. Зависимость агробиологических показателей посевов яровой твёрдой пшеницы от метеофакторов межфазных периодов её вегетации в условиях Оренбургского Предуралья……..2
Болодурина И.П., Парфёнов Д.И., Пивоварова К.В. Особенности влияния изменения климатических условий на урожайность зерновых культур в сухостепной зоне России……4
Воскобулова Н.И., Соловьёва В.Н., Ураскулов Р.Ш. Урожайность зелёной массы и сухого вещества в зависимости от нормы высева гороха……..2
Воскобулова Н.И., Верещагина А.С., Ураскулов Р.Ш. Влияние нормы высева и сроков уборки на питательную ценность зелёной массы гороха……..3
Долматов А.П., Куприянов Д.А. Влияние дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна нута в биологизированном земледелии Оренбургского Предуралья……...1
Елисеев В.И. Влияние различных доз минеральных удобрений на показатели структурного анализа и урожайность яровой мягкой пшеницы……..4
Жижин В.Н., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В. Влияние погодных факторов на урожайность проса при возделывании в севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургской области……...4
Ивашененко И.Н., Багринцева В.Н. Роль азотного удобрения в повышении урожая и кормовой ценности зерна гибридов кукурузы……...2
Кафтан Ю.В., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Жижин В.Н. Влияние засорённости на урожайность яровой твёрдой пшеницы в системе двупольных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья……..1
Максютов Н.А., Зенкова Н.А., Зоров А.А., Яковлев С.Н. Экономическая и энергетическая оценка севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур в степной зоне Южного Урала……..1
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.....2
Максютов Н.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н. Основные факторы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур в севооборотах и бессменных посевах на чернозёмах южных Оренбургской области……3
Мордвинцев М.П., Антонов Ю.В. Анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян яровых зерновых культур в сельхозпредприятиях Ташлинского района Оренбургской области……..1

Митрофанов Д.В. Влияние метеоусловий и влажности почвы на выход зерна в севооборотах и урожайность бессменных посевов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья……2
Митрофанов Д.В. Влияние атмосферных осадков, продуктивной влаги и подвижных форм питательных веществ на продуктивность кукурузы в различных севооборотах и бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья……3
Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В., Пашинина Т.А. Оптимизация приёмов возделывания сортов картофеля Спиридон и Ред Скарлетт в орошаемых условиях степной зоны Оренбургского Предуралья……..3
Мушинский А.А., Аминова Е.В., Часовских Е.В., Дергилёва Т.Т. Новый перспективный сорт картофеля для степной зоны Оренбургского Предуралья……...4
Неверов А.А., Воскобулова Н.И., Верещагина А.С. Влияние обработки семян регулятором роста растений Мивал-Агро на формирование урожая зерна кукурузы в различных погодных условиях……2
Неверов А.А. Подготовка предикторов для моделей долгосрочного прогнозирования урожайности полевых культур……..4
Пашинина Т.А., Мушинский А.А., Аминова Е.В., Муслюмова Д.М., Богадица Т.П. Биометрические изменения картофеля *(SOLANUM TUBEROSUM)* под влиянием наночастицы SiO_2……..4
Победнов Ю.А., Сычёв А.М. Силосование провяленной люцерны в рулонах, упакованных в плёнку, – альтернатива искусственной сушке……2
Победнов Ю.А., Мамаев А.А., Иванова М.С., Юртаева К.Е. Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий……...1
Скороходов В.Ю. Накопление и использование нитратного азота различными видами пара в период их парования на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья……1
Скороходов В.Ю. Влияние погодных факторов вегетации и фона питания на накопление нитратного азота в почве под сельскохозяйственными культурами на чернозёмах Оренбургского Предуралья……..2
Скороходов В.Ю. Накопление и использование нитратного азота озимой рожью и яровой твёрдой пшеницей в весенне-летний период на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья……..3

Информация и рекомендации сельскохозяйственного производства

Атландерова К.Н., Макаева А.М., Мирошников С.А., Курилкина М.Я. Использование систем «anti-quorum» в животноводстве (обзор)……2
Горлов И.Ф., Шахбазова О.П., Раджабов Р.Г., Иванова Н.В., Мосолова Д.А. Эффективность производства говядины в Ростовской области……..1
Лебедько Е.Я., Самбуров Н.В. Факториальная обусловленность и зависимость длительного продуктивного использования молочных коров……4
Романова А.П., Титова В.В., Макаева А.М. Особенности применения наноразмерных форм микроэлементов в сельском хозяйстве (обзор)……..2
Теммоев М.И., Кулинцев В.В., Улимбашев М.Б. Подстилка для кур на основе цеолитсодержащей глины «Аланит»……..3

Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Руководство научно-исследовательского института мясного скотоводства……...4
Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Лаборатория «Агроэкология техногенных наноматериалов»…1
Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Лаборатория иммуногенетики……...2
Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Отдел разведения мясного скота……...3

Список статей, опубликованных в журнале в 2018 году 255

Юбилейные даты

Бесалиев Ишен Насанович…….....3
Гвоздев Николай Алексеевич……..3
Докина Нина Николаевна……4
Коваленко Валентина Петровна……..3
Макаев Шакур Ахмеевич……4
Максютов Николай Алексеевич……..3
Сурундаева Любовь Геннадьевна……...3
Часовских Евгения Владимировна……..3

Innovative trend in science

Karimov I.F., Duskaev G.K., Levakhin G.I. Effect of plant matter on quorum sensing signal molecules (in vitro studies)……..3
Kizaev M.A., Azhmuldinov E.A., Titov M.G., Mylnikova T.A. The influence of chromium nanoparticles on quality indicators of beef under the influence of stress factors……4
Kosyan D.B., Makaeva A.M. The prospect of using silicon dioxide nanoparticles to increase digestibility of the feed substrate……...4
Miroshnikov S.A., Garipova N.V., Kholodilina T.N., Kurilkina M.Ya., Duskaev G.K. Productive action and digestibility of feeds after using iron microparticles for feeding of poultry……...2
Qian Zhao, Peng Zheng, Yaguang Tian, He Huang Effects of NFC/NDF in diet on rumen fermentation parameters and microbial flora diversity in calves……1
Sizova E.A., Yausheva E.V., Kholodilina T.N. Biological certification of CuO nanoparticles on bacterial models……4

Breeding, selection, genetics

Dubovskova M.P., Selionova M.I., Chizhova L.N., Gerasimov N.P., Vorozheikin A.M., Kolpakov V.I., Dzhulamanov E.B. Genetic characteristics of Hereford livestock by blood groups and by DNA marker GDF 5 in domestic population……..3
Dzhulamanov K.M., Gerasimov N.P., Baktygalieva A.T., Aitzhanova I.N. Formation of weight growth in heifers of the Kazakh white-headed breed and their crosses with intra-breed type Ural Hereford in the conditions of dry-steppe zone of Western Kazakhstan……4
Filippova N.P., Pavlova N.I., Koryakina L.P., Stepanov N.P., Mordovsky N.N., Grigorieva N.N. Microsatellite analysis of Yakut cattle……4
Gabidulin V.M., Alimova S.A., Salikhov A.A., Borisova V.V., Klimova T.A. Hair elemental composition of cows depending on TG5 polymorphism……...4
Genov S.G. Productive qualities of Simmental bulls of Bredy beef type of different genotypes……1
Gerasimov N.P., Kayumov F.G., Tretyakova R.F., Ryabov N.I. Conformation of bulls representing different genotypes in correlation with the level of feeding……...2
Gosteva E.R., Ulimbashev M.B. Reproductive features of the Volga Simmentals as markers of their adaptation to environmental factors……4
Kadysheva M.D., Tyulebaev S.Zh., Kanatpaev S.M., Pushchaeva A.V. Indicators of growth and development of young animals of different genotypes when assessing their fathers by the quality of progeny……2
Kadysheva M.D., Tyulebaev S.Zh., Turjanov S.Sh. Reproductive ability of Simmental heifers of different genotypes……2
Kadysheva M.D., Tylebaev S.Zh., Polskih S.S., Gabidulin V.M. Hair characteristics of Simmental bull with various genetic combinations……3

Khakimov I.N., Grigoryev V.S., Mudarisov R.M. Improvement of young Hereford beef cattle exterior by interbreeding method……2
Kayumov F.G., Gerasimov N.P., Shevkhuzhev A.F., Barinov V.E., Sangadzhiev R.D., Tretyakova R.F. Implementation of weight gain potential of the Kalmyk bulls and their crosses with Red Angus at different levels of feeding……1
Kayumov F.G., Dunin I.M., Selionova M.I., Gerasimov N.P., Tretyakova R.F., Barinov V.E. Analysis of CAPN1, GH and TG5 polymorphism in young stock when crossing Kalmyk and Red Angus breed……..4
Makaev Sh.A., Tayguzin R.Sh., Fomin A.V. Economic and biological characteristics and meat productivity of bulls of the Kazakh white-headed cattle and their crosses with Herefords……...1
Makaev Sh.A., Tayguzin R.Sh., Fomin A.V., Sarybayev S.A. Purebred breeding by lines for the improvement of Kazakh white-headed cattle……..2
Mansurova M.S. Indicators of growth, development and reproductive ability of the Hereford cows of Australian breeding in the Amur region……..4
Nasambaev E.G., Bozymov K.K., Akhmetalieva A.B., Nugmanova A.Ye., Zhumaeva A.K., Duimbaev D.A. Clinical, physiological and reproductive peculiarities of Hereford and Angus cattle of foreign selection and Kazakh white-headed breed of Russian selection……4
Rusakova E.A., Kosyan D.B., Miroshnikov S.A. SIRT3, SIRT1 as potential regulation candidate genes of lipid metabolism in cattle (review)……..4
Selionova M.I., Kononova L.V., Sycheva O.V. Evaluation of polymorphism of prolactin gene in dairy cows……...1
Shevelyova O.M., Chasovshchikova M.A. Characteristics of the genetic structure of the Herford herd according to STR loci……4
Tretyakova R.F., Kayumov F.G., Kushch E.D. Conformation measurements change and correlation between linear and weight growth in Kalmyk heifers of new breed types……2
Tretyakova R.F., Amerkhanov Kh.A., Kushch E.D., Kayumov F.G., Otarov A.I. Seasonal changes in morphological and biochemical blood composition of Kalmyk bulls of different genotypes……3

Production technology, quality and economy in beef cattle breeding

Abitov A.M., Atayev M.A., Ulimbashev M.B. The effect of technological factors on stress resistance and manifestation of the productive qualities of cattle……...2
Azhmuldinov E.A., Kizaev M.A., Titov M.G., Babicheva I.A. Influence of various stress factors on the organism of farm animals (review)……..2
Belkov G.I., Panin V.A. Stress-resistance as a factor in bio resource potential of Simmental and Holstein×Simmental cows……...1
Belkov G.I. Beef productivity of Kazakh White-Headed steers and efficiency of beef production with various feeding and range fattening systems……4
Dusaeva E.M., Kurmanova A.Kh. Advantages of beef cattle breeding in new development paradigms...2
Frolov A.N., Zavyalov O.A., Kharlamov A.V., Makaeva A.M. 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……..2
Frolov A.N., Zavyalov O.A., Kharlamov A.V., Leontieva L.P., Kurilkina M.Ya. Effect of intramuscular administration of preparation containing essential microelements complex on quality indicators of milk from beef cows……..4
Gorelik V.S., Gorelik O.V., Semenova N.N. Ecological assessment of use of chitosan succinate for cows in the Southern Urals……...1
Gorelik L.Sh., Gorelik O.V., Kharlap S.Yu. The state of the pituitary-thyroidal system of chickens during the laying period……...2
Gorelik A.S., Gorelik O.V., Likhodeevskaya O.E. Change in morphological and immunological parameters of calves blood when using Albit-Bio……..3

Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Sutorma O.A., Randelina V.V., Randelin A.V., Natyrov A.K. Efficiency of different variants of commercial crossing of beef cattle breeds of Russian selection……..3
Kanareykina S.G., Minniekhmetova G.R., Kanareykin V.I. Efficiency of a plant supplement in the production of a fermented milk product……...1
Kanatpaev S.M., Tyulebaev S.Zh., Kadysheva M.D., Litovchenko V.G., Kosilov V.I., Korneichenko V.I. Qualitative indicators of meat productivity of bulls of different genotypes at 15-month age……4
Kharlamov A.V., Frolov A.N., Zavyalov O.A., Markova I.V. Element status of beef cows in Orenburg region……..1
Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kurilkina M.Ya. Effect of correction of lead and cadmium status, evaluated according to the chemical composition of wool on reproductive qualities of Black Spotted cows……1
Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N. Kurilkina M.Ya., Atroshchenko M.M. The influence of breed on the horses' elemental status……..2
Miroshnikov S.A., Zavyalov O.A., Frolov A.N., Kurilkina M.Ya., Kalashnikov V.V., Zaytsev A.M., Atroshchenko M.M., Sirazetdinov F.Kh. Development of a method for horsehair sampling for research of elemental composition……..4
Miroshnikov S.A., Morgan G.A., Kharlamov A.V., Frolov A.N., Zavyalov O.A., Atlanderova K.N. Reproductive qualities of Hereford cows of Canadian breeding under conditions of South Ural biogeochemical province……4
Notova S.V., Kazakova T.V., Marshinskaya O.V. Modern methods and equipment for assessing the behavior of laboratory animals (review)……1
Otarov A.I., Kayumov F.G., Tretyakova R.F. Efficiency of fattening and adaptive abilities of Kalmyk and Swiss bulls in the mountainous conditions of the Kabardino-Balkaria Republic……2
Rakhimzanova I.A., Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Dusaeva Kh.B. Productivity and chemical composition of milk of suckling beef cows after feeding with different levels of unsaturated fatty acids in the diet……1
Tyulebaev S.Zh., Polskikh S.S., Kadysheva M.D., Amirshoev F.S., Sokolay S.L. Features of carcasses morphological composition and anatomical parts of the Simmental bulls of various genotypes……...4
Ulimbasheva R.A., Shevkhuzhev A.F., Smakuev D.R., Tsurikova N.V. Feed efficiency by live weight gain of young Kalmyk and Brown Swiss cattle, grown according to different technologies…….1

Theory and practice of feeding

Gaganov A.P., Zverkova Z.N., Yurtaeva K.E. Growing broiler chickens on new spring rape varieties……..4
Galiyev B.Kh., Shirnina N.M., Miroshnikov I.S., Dokina N.N., Nurzhanov B.S., Korneichenko V.I. Synthesis and transformation of energy compounds in the dry cows' forestomach when using different levels of unsaturated fatty acids in rations……2
Galiyev B.Kh., Shirnina N.M., Kartekenov K.Sh., Miroshnikov I.S., Baykov A.S., Korolyov V.L. Productive effect of diets for bulls bred for meat production depending on concentrated feed treatment technology……3
Gilyov K.V., Sitnikov V.A. Digestibility of nutrients from ready-made dry feed «Royal Canin» and cooked feed from natural products by dogs……3
Kolesnikova I.A. The content of total protein and protein fraction in blood serum of the broiler chickens when feeded lactobacilli and potassium iodide……..2
Kurilkina M.Ya., Kholodilina T.N., Muslyumova D.M., Zavyalov O.A., Atlanderova K.N. The balance of nitrogen, calcium and phosphorus exchange in the body of bulls using diets containing finely dispersed metals particles……...1

Kurilkina M.Ya., Kholodilina T.N., Muslyumova D.M., Zavyalov O.A., Garipova N.V., Makaeva A.M. Morphobiochemical indicators of blood of bulls, kept on diets with inclusion of a complex of highly disperse metals……...2

Kurilkina M.Ya., Kholodilina T.N., Muslyumova D.M., Zavyalov O.A., Garipova N.V., Sirazetdinov F.Kh. Effect of highly dispersed metals on morphological and biochemical characteristics of broiler chickens' blood……...3

Lebedev S.V., Kvan O.V., Gubaidullina I.Z., Gavrish I.A., Grechkina V.V., Momčilović B., Ryabov N.I. Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood……..4

Lebedev S.V., Kvan O.V., Sheyda E.V., Markova I.V., Gubaidullina I.Z., Grechkina V.V., Korolyov V.L. Digestion of nutrients in different sections of the gastrointestinal tract depending on protein quality in the calves diet……..4

Levakhin Yu.I., Nurzhanov B.S., Dzhulamanov E.B., Ryazanov V.A., Makaeva A.M. Influence of fat-containing Palmatrix supplement on hematological indices and nonspecific immunity of experimental bulls……..2

Levakhin Yu.I., Nurzhanov B.S., Ryazanov V.A., Poberukhin M.M. Effect of fat-containing Palmatrix supplement on bulls ruminal digestion and effectiveness of diet nutrients……...3

Levakhin Yu.I., Duskaev G.K., Nurzhanov B.S., Ryazanov V.A. In situ digestibility of diets containing Beef Plus fat supplement and its effect on quantitative and species composition of young stock rumen microflora……...3

Miroshnikova E.P., Arinjanov A.E., Kilyakova Yu.V., Miroshnikova M.S., Malenkina K.A., Miroshnikov I.S. Hematological parameters of young sterlet against the background of the combined use of *Bacillus subtilis* and Cu-Zn alloy nanoparticles……..3

Makaeva A.M., Atlanderova K.N. Digestibility of feed nutrients after using bio-stimulant extract of oak cortex (Quercus cortex) *in vitro*……1

Maslyuk A.N., Tokareva M.A. Optimization efficiency of protein and carbohydrate nutrition of highly productive cows……4

Nikitin A.Yu., Markova I.V., Lebedev S.V. Morphobiochemical indicators of broiler blood after correction of diet with triticale and enzymatic preparations Ronozim and Rovabio……1

Nikulina N.Sh., Nikulin A.F., Markova I.V. The effectiveness of probiotic supplement Biogumitel-G on milk productivity of Black Spotted cows……...1

Nurzhanov B.S., Levakhin Yu.I., Ryazanov V.A. Influence of barohydro-thermally treated feed mix with «bypass» fat content on consumption and use of energy of diets by fattening bulls……1

Tagirov Kh.Kh., Zubairova L.A., Fisenko N.V. Effect of biological conservants included in the haylage on physico-chemical properties of meat and internal raw fat……4

Shirnina N.M., Galiev B.Kh., Bykov A.V. On deficit supplementation of digestible carbohydrates in the diet of ruminants using biotechnology (review)……1

Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Kharlamov A.V., Rakhimzanova I.A., Dusaeva Kh.B., Nurzhanov B.S., Poberukhin M.M. Productive and qualitative indicators of beef of young suckling cattle, depending on the content of nonsaturated fatty acids in the diet of cows……2

Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Kartekenov K.Sh., Miroshnikov I.S., Korneichenko V.I., Rakhimzanova I.A., Baykov A.S. Effect of concentrated feeds cavitation treatment……3

Shirnina N.M., Galiyev B.Kh., Kartekenov K.Sh., Miroshnikov I.S., Rakhimzanova I.A., Baykov A.S., Dusaeva Kh.B. Hematological indicators of calves grown for beef, after use of diets with cavitated concentrates……4

on the intake and digestibility of diet nutrients in rearing of young stock

Ushakov A.S., Rakhmatullin Sh.G. Manganese criterion in the nutrition of animals……1

Yildirim E.A., Il'ina L.A., Soldatova V.V., Filippova V.A., Sokolova O.N., Kozlova Yu.A. Results of the effectiveness study of phytobiotic sorbent Zaslon-Phyto in diets of milk cows……....1

Fodder production and fodders

Aminova E.V., Mushinsky A.A., Vasilyev A.A., Dergileva T.T. Evaluation of potato hybrids under irrigated conditions of steppe zone of the Orenburg piedmont of the western Ural Mountain……..3
Besaliev I.N., Karavaytsev Ya.A. 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……...2
Bolodurina I.P., Parfenov D.I., Pivovarova K.V. Peculiarities of influence of changing climatic conditions on grain crop yield in the dry-steppe zone of Russia……4
Dolmatov A.P., Kupriyanov D.A. Influence of fractional and differentiated application of mineral fertilizers on yield and quality of chick pea in the biologized agriculture of Orenburg Cis-Urals……1
Eliseev V.I. The effect of various doses of mineral fertilizers on indicators of structural analysis and yield of spring soft wheat……4
Ivashenenko I.N., Bagrintseva V.N. The role of nitrogen fertilizer in increasing the yield and fodder value of corn hybrids grain……2
Kaftan Yu.V., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Zhizhin V.N. Influence of weediness on productivity of spring hard wheat in the system of two-field crop rotations on chernozems of southern Orenburg Cis-Urals……..1
Maksyutov N.A., Zenkova N.A., Zorov A.A., Yakovlev S.N. Economic and energy assessment of rotations and monocrops in the steppe zone of the Southern Urals……1
Maksyutov N.A., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N. 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……..2
Maksyutov N.A., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N. Main factor effecting crop yield in crop rotation and monocropping on southern chernozems of the Orenburg region……3
Mitrofanov D.V. 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……..2
Mitrofanov D.V. Effect of atmospheric precipitation, productive moisture and mobile nutrients on corn productivity in various crop rotations and monocrop on chernozems of southern Orenburg piedmont of the western Urals……3
Mordvintsev M.P., Antonov Yu.V. Analysis of variety and quality of sown seeds of spring grain crops in the agricultural enterprises of Tashlinsky district Orenburg region……...1
Mushinsky A.A., Aminova E.V., Gerasimova E.V., Pashinina T.A. Optimization of cultivating methods of potato varieties Spiridon and Red Scarlett in irrigated conditions of the steppe zone of the Orenburg Cis-Urals……3
Mushinsky A.A., Aminova E.V., Chasovskikh E.V., Dergileva T.T. A new perspective potato variety for the steppe zone of Orenburg Cis-Urals……..4
Neverov A.A., Voskobulova N.I., Vereshchagina A.S. Effect of seed treatment with growth regulator Mival-Agro on the formation of corn grain yield in various weather conditions……...2
Neverov A.A. Preparation of predictors for models of long-term prediction of crop yields……4
Pashinina T.A., Mushinsky A.A., Aminova E.V., Muslyumova D.M., Bogaditsa T.P. Biometric changes of potatoes (*SOLANUM TUBEROSUM*) under SiO_2 nanoparticles influence…….4
Pobednov Yu.A., Mamaev A.A., Ivanova M.S., Yurtaeva K.E. Alfalfa silage with lactic acid bacteria preparations……...1
Pobednov Yu.A., Sychev A.M. Ensilage of the seasoned alfalfa in rolls, packed in a film, – is an alternative to artificial drying……2
Skorokhodov V.Yu. Accumulation and use of nitrate nitrogen by various types of fallow ground in the period of their fallowing on chernozems of southern Orenburg Cis-Urals……..1

Skorokhodov V.Yu. 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……2
Skorokhodov V.Yu. Accumulation and use of nitrate nitrogen by winter rye and spring hard wheat in spring and summer period on southern chernozems of Orenburg piedmont of the western Ural Mountains……...3
Voskobulova N.I., Solovyova V.N., Uraskulov R.Sh. Herbage and dry matter yield depending on the pea sowing rate……2
Voskobulova N.I., Vereshchagina A.S., Uraskulov R.Sh. Effect of seeding rate and harvest time on nutritive value of peas green value……3
Zhizhin V.N., Skorokhodov V.Yu., Mitrofanov D.V., Kaftan Yu.V. Influence of weather factors on millet yield during cultivation in crop rotations and permanent sowing on chernozems of the southern Orenburg region……4

Information and recommendations of agricultural production

Atlanderova K.N., Makaeva A.M., Miroshnikov S.A., Kurilkina M.Ya.
Use of «anti-quorum» systems in animal husbandry (review)……2
Gorlov I.F., Shakhbazova O.P., Rajabov R.G., Ivanova N.V., Mosolova D.A.
Efficiency of beef production in Rostov region……....1
Lebedko E.Ya., Samburov N.V. Factorial dependence and correlation of long-term productive use of dairy cows……..4
Romanova A.P., Titova V.V., Makaeva A.M. Peculiarities of application of nanoscale forms of trace elements in agriculture (review)……2
Temmoev M.I., Kulintsev V.V., Ulimbashev M.B. Litter for chickens on the base of zeolite «Alanit» clay……...3

All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Administration of Research Institute of Beef Cattle Breeding……4
All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Beef Cattle Breeding Department……3
All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Laboratory «Agroecology of Technogenic Nanomaterials»……1
All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Laboratory of immunogenetics……2

Anniversaries
Besaliev Ishen Nasanovich……....3
Dokina Nina Nikolaevna……4
Gvozdev Nikolay Alekseevich ……..3
Kovalenko Valentina Petrovna ……..3
Makaev Shakur Akhmeevich……..4
Maksyutov Nikolay Alekseyevich……..3
Surundayeva Lyubov Gennadyevna……...3
Chasovskikh Evgenia Vladimirovna ……3

Условия публикации статей

В теоретическом и научно-практическом журнале «Животноводство и кормопроизводство» публикуются результаты научных исследований и их внедрения в сфере АПК.

Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, доктора наук (утверждён 01.12.2015, официальный сайт ВАК URL: http:// perechen.vak2.ed.gov.ru/) по отраслям наук и группам специальностей: сельскохозяйственные науки: *ветеринария и зоотехния (06.02.00)*

Журнал «Животноводство и кормопроизводство» включён в систему Российского индекса цитирования (договор с РУНЭБ № 225-06/2018 от 04.06.2018 г.).

Рекомендуемые научные направления статей для опубликования в журнале: инновационное направление науки; разведение, селекция, генетика; технология производства, качество продукции и экономика в мясном скотоводстве; теория и практика кормления; кормопроизводство и корма; информация и рекомендации сельскохозяйственного производства.

Периодичность выхода журнала «Животноводство и кормопроизводство» – 4 раза в год. Индекс журнала в каталоге Агентства «Роспечать» – **80289**. Подписная цена на полугодие – 2000 руб., за год – 4000 руб. Оплата подписки осуществляется через банки РФ или всеми отделениями Роспечати.

Для публикации статьи автор должен оформить подписку на журнал на полугодие. Для стран СНГ за полугодие – 3000 руб., оплата – через любые банки РФ в валюте РФ. Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

Электронные полнотекстовые версии журнала размещаются на сайте журнала http://gk.fncbst.ru/ и РУНЭБ http://www. elibrary.ru.

При подготовке статей в журнал рекомендуем руководствоваться следующими правилами:

- Статья должна содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки и соответствовать основным научным направлениям журнала.
- Материалы представляются в электронном виде в редакторе Word. Объём статьи – не менее 6 страниц, с полями: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см., шрифт Times New Roman, кегль 14, интервал одинарный. **В тексте должна быть пропечатана буква «ё».**
- Статья должна быть структурирована: выделены полужирным шрифтом разделы **«Введение», «Цель исследования»**, **«Материалы и методы исследования», «Результаты исследования», «Обсуждение полученных результатов», «Выводы».**

«Материалы и методы исследования» должны включать по абзацам:

Объект исследования.

Характеристика территорий, природно-климатические условия (как правило, для земледелия и растениеводства).

Схема эксперимента.

Оборудование и технические средства.

Статистическая обработка.

- Заглавие статьи – прописными буквами полужирным шрифтом; затем через интервал – инициалы и фамилия авторов; название учреждения, где работают авторы; через интервал размещаются: аннотация – не менее 200 слов (ориентировочно 24-25 печатных строк), ключевые слова – (не более 10); через интервал – текст статьи с таблицами и рисунками.
- К научной статье определяется её индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК).
- Рисунки, диаграммы (графический материал), таблицы должны быть выполнены в форме, обеспечивающей ясность передачи всех деталей на компьютере и позволять дальнейшее редактирование в программах «Microsoft Word» или «Microsoft Excel».
- Литература размещается в конце статьи и должна быть оформлена в виде общего списка в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 (см. раздел «Затекстовая библиографическая ссылка»). Литература приводится в порядке очерёдности упоминания, в тексте – цифровые ссылки в квадратных скобках [1, 2, 3…]. Список должен включать не менее 10 наименований.
- В конце статьи указать сведения об авторах: фамилия, имя, отчество полностью, учёная степень, учёное звание, занимаемая должность и место работы с адресными данными, контактными телефонами и адресами электронной почты для обратной связи.

Пример оформления статьи

УДК 636.088.31

Продуктивные качества бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов
(перевод на английский)

С.Г. Генов
(перевод на английский)
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
(перевод на английский)

Аннотация. (на русском языке)
Summary. (на английском языке)
Ключевые слова: (на русском языке)
Key words: (на английском языке)
Содержание статьи

Литература

1.
2. и т. д.

Генов Сергей Григорьевич, соискатель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.:_____ e-mail: _____

Статья, поступившая в редакцию, проверяется через программу «Антиплагиат» (оригинальность статьи должна составлять не менее 80 %) и проходит через институт рецензирования в соответствии с **Положением об институте рецензирования** теоретического и научно-практического журнала «Животноводство и кормопроизводство». Отрицательная рецензия является основанием для отказа в публикации статьи.

К статье обязательно прилагается копия квитанции о подписке на журнал на полугодие (копию выслать на электронный адрес редакции).

Рукопись статьи, подготовленная к публикации, должна быть подписана лично автором. Автор несёт юридическую ответственность за содержание статьи, точность приводимых в рукописи цитат, статистических данных, фактов.

Статьи, оформление которых не соответствует изложенным выше требованиям, редколлегией не рассматриваются и возврату не подлежат.

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