ISSN 2079-6250

ЖИВОТНОВОДСТВО И КОРМОПРОИЗВОДСТВО

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук

Теоретический и научно-практический ЖУРНАЛ

Том 101 № 1 2018

ANIMAL HUSBANDRY AND FODDER PRODUCTION

Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian academy of Sciences

Theoretical and scientific-practical journal

Оренбург – 2018

ISSN 2079-6250

Том 101 № 1 2018

ЖИВОТНОВОДСТВО И КОРМОПРОИЗВОДСТВО
Теоретический и научно-практический журнал

Основан в 1931 году

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

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

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

Цена свободная

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

ANIMAL HUSBANDRY AND FODDER PRODUCTION
Theoretical and scientific-practical journal

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

Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences

ISSN 2079-6250

Том 101 № 1 2018

Животноводство и кормопроизводство
Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук
Теоретический и научно-практический журнал
Выходит четыре раза в год
Главный редактор: Мирошников С.А., доктор биол. наук, член-корреспондент РАН

Члены редакционного совета:
Амерханов Х.А., доктор с.-х. наук, академик РАН;
Бельков Г.И., доктор с.-х. наук, член-корреспондент РАН;
Дускаев Г.К., доктор биол. наук; Каюмов Ф.Г., доктор с.-х. наук, профессор;
Лебедев С.В., доктор биол. наук;
Момчилович Б., доктор наук, профессор (Хорватия); Морган Г.А., доктор наук (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, профессор (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; Мухитов Л.А., кандидат с.-х. наук; Мушинский А.А., доктор с.-х. наук, доцент; Насамбаев Е.Г., доктор с.-х. наук, профессор (Республика Казахстан); Тагиров Х.Х., доктор с.-х. наук, профессор; Харламов А.В., доктор с.-х. наук, профессор

Animal Husbandry and Fodder Production
Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences
Theoretical and scientific-practical journal
Issued 4 times per year

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

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

Editorial staff:
Azhmuldinov E.A., doctor agr. science, professor; Amirshoev F.S., doctor biol. science, 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; Mukhitov L.A., candidate agr. science; 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 19.03.2018 г. Дата выхода в свет 30.03.2018 г. Объём уч.-изд. л. 14. Тираж 500 экз.

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

© ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН, 2018

16+

СОДЕРЖАНИЕ

ИННОВАЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ НАУКИ

Цянь Чжао, Пэн Чжэн, Ягуан Тянь, Хе Хуан **Оценка влияния NFC/NDF на параметры рубцового пищеварения и разнообразие микробиальной флоры телят** 7

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА

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** 18

Селионова М.И., Кононова Л.В., Сычёва О.В. **Оценка полиморфизма гена пролактина у коров молочных пород** 27

Генов С.Г. **Продуктивные качества бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов** 34

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** 41

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ И ЭКОНОМИКА В МЯСНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Харламов А.В., Фролов А.Н., Завьялов О.А., Маркова И.В. **Элементный статус коров мясного направления продуктивности в Оренбургской области** 51

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** 59

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** 67

Бельков Г.И., Панин В.А. **Стрессустойчивость как фактор биоресурсного потенциала симментальских и голштин×симментальских коров** 75

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** 84

Горелик В.С., Горелик О.В., Семенова Н.Н. **Экологическая оценка применения сукцинат хитозана для коров в зоне Южного Урала** 92

Канарейкина С.Г., Минниахметова Г.Р., Канарейкин В.И. **Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта** 98

Нотова С.В., Казакова Т.В., Маршинская О.В. **Современные методы и оборудование для оценки поведения лабораторных животных (обзор)** 106

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА КОРМЛЕНИЯ

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** 116

Ширнина Н.М., Галиев Б.Х., Быков А.В. **О восполнении дефицита легкоусвояемых углеводов в рационе жвачных животных с применением биотехнологий (обзор)** 123

Ушаков А.С., Рахматуллин Ш.Г. **Марганцевый критерий в питании животных** 132

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** 141

Макаева А.М., Атландерова К.Н. **Переваримость питательных веществ корма при использовании биостимулятора экстракта коры дуба (Quercus cortex) в условиях in vitro** 147

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** 154

Никулина Н.Ш., Никулин А.Ф., Маркова И.В. **Эффективность пробиотической добавки Биогумитель-Г на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы** 161

Никитин А.Ю., Маркова И.В., Лебедев С.В. **Морфобиохимические показатели крови бройлеров при коррекции рациона тритикале и ферментными препаратами Ронозим и Ровабио** 171

КОРМОПРОИЗВОДСТВО И КОРМА

Мордвинцев М.П., Антонов Ю.В. **Анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян яровых зерновых культур в сельхозпредприятиях Ташлинского района Оренбургской области** 178

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** 190

Долматов А.П., Куприянов Д.А. **Влияние дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна нута в биологизированном земледелии Оренбургского Предуралья** 197

Скороходов В.Ю. **Накопление и использование нитратного азота различными видами пара в период их парования на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья** 204

Победнов Ю.А., Мамаев А.А., Иванова М.С., Юртаева К.Е. **Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий** 213

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** 221

ИНФОРМАЦИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Горлов И.Ф., Шахбазова О.П., Раджабов Р.Г., Иванова Н.В., Мосолова Д.А. **Эффективность производства говядины в Ростовской области** 231

Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства: история и развитие (цикл статей) Лаборатория «Агроэкология техногенных наноматериалов» 239

CONTENTS

INNOVATIVE TREND IN SCIENCE

Qian Zhao, Peng Zheng, Yaguang Tian, He Huang **Effects of NFC/NDF in diet on rumen fermentation parameters and microbial flora diversity in calves** 7

BREEDING, SELECTION, GENETICS

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** 18

Selionova M.I., Kononova L.V., Sycheva O.V. **Evaluation of polymorphism of prolactin gene in dairy cows** 27

Genov S.G. **Productive qualities of Simmental bulls of Bredy beef type of different genotypes** 34

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** 41

PRODUCTION TECHNOLOGY, QUALITY AND ECONOMY IN BEEF CATTLE BREEDING

Kharlamov A.V., Frolov A.N., Zavyalov O.A., Markova I.V. **Element status of beef cows in Orenburg region** 51

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** 59

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** 67

Belkov G.I., Panin V.A. **Stress-resistance as a factor in bio resource potential of Simmental and Holstein×Simmental cows** 75

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** 84

Gorelik V.S., Gorelik O.V., Semenova N.N. **Ecological assessment of use of chitosan succinate for cows in the Southern Urals** 92

Kanareykina S.G., Minniekhmetova G.R., Kanareykin V.I. **Efficiency of a plant supplement in the production of a fermented milk product** 98

Notova S.V., Kazakova T.V., Marshinskaya O.V. **Modern methods and equipment for assessing the behavior of laboratory animals (review)** 106

THEORY AND PRACTICE OF FEEDING

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** 116

Shirnina N.M., Galiev B.Kh., Bykov A.V. **On deficit supplementation of digestible carbohydrates in the diet of ruminants using biotechnology (review)** 123

Ushakov A.S., Rakhmatullin Sh.G. **Manganese criterion in the nutrition of animals** 132

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** 141

Makaeva A.M., Atlanderova K.N. **Digestibility of feed nutrients after using bio-stimulant extract of oak cortex (Quercus cortex) *in vitro*** 147

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** 154

Nikulina N.Sh., Nikulin A.F., Markova I.V. **The effectiveness of probiotic supplement Biogumitel-G on milk productivity of Black Spotted cows** 161

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** 171

FODDER PRODUCTION AND FODDERS

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** 178

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** 190

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** 197

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** 204

Pobednov Yu.A., Mamaev A.A., Ivanova M.S., Yurtaeva K.E. **Alfalfa silage with lactic acid bacteria preparations** 213

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** 221

INFORMATION AND RECOMMENDATIONS OF AGRICULTURAL PRODUCTION

Gorlov I.F., Shakhbazova O.P., Rajabov R.G., Ivanova N.V., Mosolova D.A. **Efficiency of beef production in Rostov region** 231

All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding: history and development (a series of articles) Laboratory «Agroecology of Technogenic Nanomaterials» 239

UDC 636.084.1

Effects of NFC/NDF in diet on rumen fermentation parameters and microbial flora diversity in calves

Qian Zhao, Peng Zheng, Yaguang Tian, He Huang
College of Animal Science and Technology, Northeast Agricultural University, People's Republic of China, Harbin

Annotation. This study assessed the effects of diets with different non-fiber carbohydrate (NFC)/neutral detergent fiber (NDF) levels on rumen fermentation parameters and bacterial community of male calves. Thirty 2-3 month- old healthy weaned male calves with 94.38±0.25 kg were randomly divided into 2 groups with 15calves each, and were fed 2 types of total mixed ratio diet with the same crude protein level and different NFC/NDF ratios (1.35 (A) and 0.80 (D)), respectively. The experiment lasted for 105 d, with 15 d of adaptation period and 90 d of formal period. Six calves in each group were selected to collect rumen fluid through the oral for 2 hours after morning feeding on the 120, 150 and 180 d. The pH, volatile fatty acids (VFA) and NH_3-N concentration, and rumen microbial diversity of the rumen fluid samples were determined. The results showed that: 1) The dietary NFC/NDF levels had no significant effect on rumen fluid pH and total VFA concentration (P>0.05); 2) Acetate, NH_3-N concentration and acetate/propionate ratio in group A were significantly lower than that in group D (P<0.05), propionate content in group A were significantly higher than that in group D (P<0.05); 3) The microbial diversity parameters of rumen fluid of calves in group A were significantly lower than that in group D (P<0.05); 4) At the phylum level, bacteriodetes proportion accounting for the total number of sequences of calves in group A was significantly higher than that in group D (P<0.05), Christensenellaceae R-7 and Prevotellaceae UCG-003 proportions accounting for the total number of sequences of calves in group D was significantly higher at the genus level than that in group A (P<0.05); 5) With the age increasing, the diversity indices except for Shannon index, were significantly different between the 2 groups (P<0.05), but there was no significant difference in rumen microbial composition between the 2 groups (P<0.05). In summary, the dietary NFC/NDF levels significantly affect the species and abundance of the rumen microorganisms, and the level of genus of microorganisms, finally affect the yield of acetate and propionate.

Key words: weaned beef calves; non-fiber carbohydrate/neutral detergent fiber ratio; rumen fermentation parameters; rumen microbial community.

INTRODUCTION

Ruminants rumen contains a variety of microorganisms, these microorganisms interact with each other, so that the rumen internal environment is in a relatively stable state. Microorganisms are colonized in vivo within 24 hours of birth of the calf, but the rumen microflora of calves aged 3 to 6 months has not been fully established, so the diet that calf is fed on this stage has an important influence on the rumen microflora [1]. Some studies had found that animal species, age, diet structure, and season had an impact on rumen microorganisms [2]. Boots et al. using PCR technology found that the number of *Neocallimastigales* and *assemblages* significantly affected by the diet structure [3]. Shanks et al. used metagenomic sequencing to find that feeding patterns also affected rumen microflora [4]. The effect of age on rumen microflora was greater with the un-weaned calf lactobacillus and a certain species of proteolytic bacteria accounting for the major part. Jami et al. through metagenomic sequencing and real-time fluorescence quantitative PCR technology on beef cattle study found that with the increase of age, strict anaerobic bacteria in the rumen gradually replaced by aerobic and facultative anaerobes, and with the beef cattle with the increase of age, rumen microflora became more and more perfect [5]. Li et al. also used metagenome sequencing to conclude that day age affected rumen microflora [6]. In addition, rumen fermentation parameters are important indicators of rumen health. Studies had found that, with the increase of concentrate coarse material ratio, the rumen pH decreased significantly and the concentration of NH_3-N significantly

increased, but the content of total volatile fatty acids (TVFA) was not affected by the concentrate coarse material ratio [7-8]. However, some experts believe that the ration of feedstuff does not affect rumen pH [9]. The rumen is the most important digestive organ of ruminants. The diets affect the rumen fermentation parameters and microflora. However, there are few studies on the calves aged 3-6 months, so the suitable diets can not be determined. In this study, the rumen fermentation parameters and microbial diversity of weaned calf aged 3-6 months old with different levels of NFC/NDF were studied to investigate the changes of rumen fermentation and microbial flora.

MATERIALS AND METHODS

Experiment materials

The experiment uses single factor experiment design. Thirty calves of early weaned calves aged 2-3 months were selected and randomly divided into 2 groups with 15 in each group. The average body weight was 94.38±0.25 kg. According to the calf`s body weight and nutrition requirements, the standard of cattle feeding in China (2004), the CP content is about 11.7 %. NFC/NDF levels were 1.35 (group A) and 0.80 (group D). The nutrient levels were shown in Table 1 (dry matter basis). Experiment period was 105 d (pre-test period 15 d, treatment period 90 d).

Item	Group Treatment A	Group Treatment D
Corn	43.62	30.03
Wheat bran	15.00	0.00
Soybean meal	2.90	2.57
Dry distiller's grains and their soluble DDGS	15.00	15.00
Limestone	0.20	0.21
Calcium hydrogen phosphate	1.78	0.69
Premix	1.00	1.00
NaCl	0.50	0.50
Alfafa	20.00	35.00
Chinese wild rye	0.00	15.00
Total	100.00	100.00
Dry matter	91.80	91.58
Crude protein	16.34	16.38
Crude fat	3.71	3.82
Ash	7.57	7.44
Neutral detergent fiber	34.43	45.33
Acid detergent fiber	15.34	25.44
Calcium	1.05	1.14
Phosphorus	0.45	0.47
Metabolism/(MJ $\cdot kg^{-}$)	11.20	9.79
NFC/NDF	1.35	0.80

The premix is provided the following per kg of the concentrate: VA 15 000 IU, VD 5 000 IU, VE 50 mg, Fe 90 mg, Cu 12.5 mg, Mn 60 mg, Zn 100 mg, Se 0.3 mg, I 1.0 mg, Co 0.5 mg. Data of dietary nutrient levels were measured values, methane energy was measured using SF 6 tracer method [10], ME=GE-FE-UE-CH 4 E.

Feeding and Management

The calves were weighed in an empty stomach in the early morning after wearing the ear tag. The calves were treated with deworming and placed in a single bar in the calf island (4.5 m×1.5 m). Each calf was provided sinks, trough, cleaned and disinfected once a week. Dry matter feed intake of 3.3 % by weight of the full mixed diet, daily feed intake of cattle per day before harvest to calculate the amount of daily feed intake.

Sample Collection and Determination

Rumen Fluid

Six calves were selected from each group, and were taken by oral vacuum for extracting rumen fluid at 120, 150 and 180 days of age, respectively. One part of rumen fluid aliquoted in two 10 mL centrifuge tube, stored at -20 ℃ for the determination of VFA and NH_3-N concentration after 4 layers of sterile gauze filter. Unfiltered rumen fluid immediately put into liquid nitrogen for the determination of microorganisms.

Rumen pH Measurement

The pH was measured in time using a portable pH meter (testo-206-pH2).

Rumen Fluid Ammonia Nitrogen and Volatile Fatty Acid Concentration Determination

The concentration of NH_3-N was measured by phenol-sodium hypochlorite colorimetric method [11], and the concentration of VFA was determined by gas chromatography [12].

Determination of Microbial Diversity

The DNA in the rumen contents was first extracted, PCR amplified and purified, then the Miseq library was constructed and sequenced. Then the index and bar code sequences distinguished each sample data and determine the length of the distribution of high quality sequence. Finally, OTU classification was performed on all the sequences, and the RDP Classifier algorithm was used to analyze the OTU representative sequences to obtain the species information of each community (for details, refer to the E.Z.N.A.TMSoil DNA Kit kit manufactured by Omega manufacturer).

Data Analysis

The experiment data were analyzed by one-way ANOVA and significance test used the MIXED process in SAS 8.1 software, and LSD was used for multiple comparison test when the difference was significant. $P<0.05$ indicated significant difference, $0.05<P<0.10$ indicated significant difference.

RESULTS

Effect of Diet NFC/NDF on Rumen Fermentation Parameters of Calves

As shown in Table 2, the dietary NFC/NDF levels had no significant effect on the rumen pH of calves ($P>0.05$); the concentrations of NH_3-N, acetic acid, and acetic acid/propionic acid ratio in group A were significantly lower than those in group D ($P<0.05$), while the propionic acid concentration in group A was significantly higher than that in group D ($P<0.05$), and TVFA and butyrate concentrations had no significant difference ($P>0.05$). NH_3-N concentration was significantly affected by age ($P<0.05$), others indexes were not significantly affected by age ($P>0.05$). The concentration of propionic acid was significantly affected by the interaction between day age and the treatment ($P<0.05$), while the other indexes were not significantly affected by the interaction between the age and the treatment ($P>0.05$).

Table 2. **Effects of diets with different NFC/NDF levels on rumen fluid fermentation parameters in bull calves from 120 to 180 days old**

Item	Treatment			P-value of fixed effects		
	A	D	SEM	Treatment	Day	Treatment×Day
pH	6.55	6.83	0.068	0.1016	0.0760	0.3273
NH_3-N	14.69[b]	20.96[a]	1.271	0.0021	0.0003	0.0694
TVFA	100.01	96.25	1.349	0.2391	0.5449	0.5651
Acetate	56.35[b]	60.76[a]	0.919	0.0328	0.2737	0.0664
Propionate	24.89[a]	19.86[b]	0.771	0.0010	0.6601	0.0201
Butyrate	12.93	13.95	0.615	0.4933	0.9118	0.6435
Acetate/Propionate	2.32[b]	3.23[a]	0.160	0.0058	0.9080	0.0601

In the same row, values without letter or with the same letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05), while with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05). The same as below.

Rumen Microbial Otus Basic Analysis

Rumen Microbial Diversity

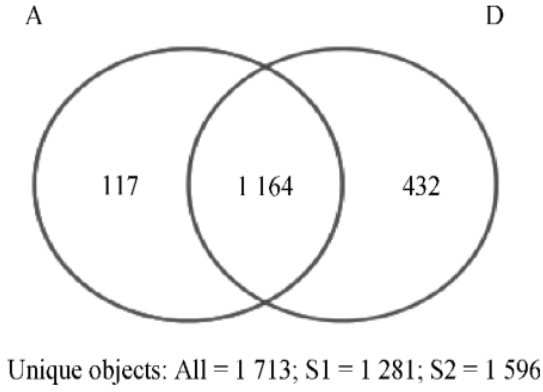
The analysis of diversity of microbial OTUs by QIME software included *Chao1*, *Observed-species*, *PD-whole-tree* and *Shannon indices*. The coverage rate of each group was above 99%, it showed that the sequencing quantity of each sample is reasonable and can well reflect the species and structure diversity of microbial communities in the rumen. As shown in Table 3, each index of group D was significantly higher than that of group A (P<0.05). Except for the Shannon index, the other indexes were significantly affected by the age (P<0.05). The indexes were not significantly affected by the interaction between treatment and day-old (P>0.05).

Table 3. **Effects of diets with different NFC/NDF levels on rumen microbial Diversity indices in bull calves from 120 to 180 days old**

Item	Treatment			P-value of fixed effects		
	A	D	SEM	Treatment	Day	Treatment×Day
OTUs	335.61 [b]	578.28 [a]	33.531	<0.0001	<0.0001	0.3424
Chao1	381.77[b]	615.33[a]	1.271	0.0002	<0.0001	0.1366
Goods _ coverage	0.985 [b]	0.991 [a]	0.001	0.0004	<0.0001	0.1352
Observed_ species	295.72 [b]	517.02 [a]	28.634	0.0001	<0.0001	0.1720
PD _ whole _ tree	34.00 [b]	47.69 [a]	2.262	0.0001	<0.0001	0.1002
Shannon	5.14 [b]	6.40 [a]	0.155	0.0002	0.1855	0.2731

Venn Diagram

The rumen microflora of calves fed on different NFC/NDF diets was analyzed using the shared and unique bacterial abundance in the bacterial community as shown in Figure 2. At the 97 % similarity level, a total of 1713 OTUs were produced in the two treatment groups. The numbers of OTUs in group A and group D were 1281 and 1596, respectively, and 1164 OTUs were shared in group 2 and 67.95 % of total OTU in group A, and the number of D group were respectively accounted for 6.83 % and 25.22 % of the total number of bacterial OTU.



The left circle represents the group A (S1), and the right cir cle represents the group D (S2)

Fig. 2 – The microbial diversity Venn of rumen microorganismin bull calves

Rumen Microbial Taxonomy Analysis

As shown in Table 4, at the Phylum level, the dominant bacteria in both groups A and D were *Firmicutes, Bacteroidetes* and *Proteobacteria*. The proportion of the total number of sequences accounted for more than 1%. The content of *Bacteroidetes* in group A was significantly higher than that in group D (*P*<0.05). The contents of *Ficus* and *Fusarium* were not significantly affected by dietary NFC/NDF

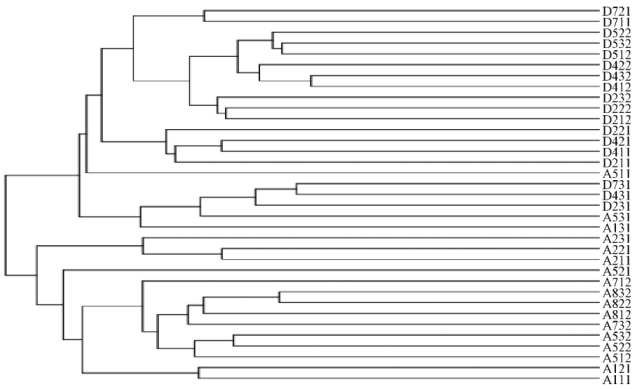
(P>0.05). At genus level, *Prevotella* was dominant in both A and D groups, but there was no significant difference between the two groups (P>0.05). The content of *Prevotellaceae_UCG-003* and *Christensenellaceae_R-7* in group A was significantly lower than that in group D (P<0.05). The contents of *Eubacterium_croprostanoligenes* and *Lachnospiraceae_ND 3007* decreased with the decrease of dietary NFC/NDF (P=0.0875, P=0.0789, respectively). The content of *Rikenellaceae_RC 9 gut* increased with the decrease of dietary NFC/NDF (P=0.052 6). All the other indexes were not significantly affected by the level of dietary NFC/NDF (P>0.05). The indexes were not significantly affected by the interaction between age and treatment (P>0.05).

Item	Treatment			P-value of fixed effects		
	A	D	SEM	Treatment	Day	Treatment×Day
Firmicutes	47.25	49.78	2.177	0.6590	0.8651	0.7779
Bacteroidetes	51.22 [a]	39.35 [b]	2.005	0.0239	0.4594	0.5396
Proteobacteria	1.16	2.89	0.523	0.2427	0.8929	0.3172
Ruminococcaceae _ NK 4 A 214	5.01	5.98	0.513	0.4983	0.4098	0.0891
Ruminococcus _2	4.06	2.05	0.455	0.1501	0.2529	0.0709
Eubacterium_ coprostanoligenes	4.84	2.23	0.542	0.0875	0.9905	0.7881
Lachnospiraceae _ ND 3007	1.99	0.29	0.346	0.0789	0.4135	0.4114
Lachnospiraceae _ NK 3 A 20	3.69	2.67	0.465	0.4257	0.1755	0.6248
Prevotella _1	21.76	17.23	2.093	0.3459	0.7444	0.9162
Prevotellaceae _ UCG-003	0.60 [b]	3.28 [a]	0.321	0.0004	0.9252	0.8712
Rikenellaceae _RC 9 _gut	3.83	6.08	0.595	0.0526	0.1023	0.7870
Christensenellaceae _ R -7	4.23 [b]	9.02 [a]	0.682	0.0044	0.6753	0.7043
unidentified	17.97	16.27	1.249	0.4931	0.4119	0.2128

Comparison of Rumen Microbiological Samples

Rumen Microbial Similarity Analysis

UPGMA method for calf rumen microbiological DGGE pattern similarity analysis shown in Figure 3. The same treatment of calf rumen microbes except A511 non-polymerization together, other calves treated the same high similarity together to form two major branches. This result illustrated the effect of different NFC/NDF diets on rumen microbes.

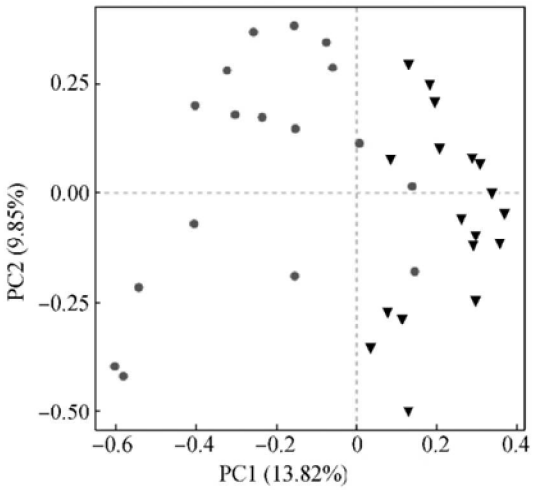


A111, A211, A511, A512, A712 and A812are rumen fluid samples of calves in group A at 120days old, D211, D411, D711, D212, D412 and D512are rumen fluid samples of calves in group D at 120days old; A121, A221, A521, A522 and 822 are rumen fluid samples of calves in group A at 150 days old, D221, D421, D721, D222, D422 and D522 are rumen fluid samples of calves in group D at 150 days old; A131, A231, A531, A532, A732 and A832 are rumen fluid samples of calves in group A at 180 days old, D231, D431, D731, D232, D432 and D532 are rumen fluid samples of calves in group D at 180 days old

Fig. 3 – The UPGMA dendrogram for illustrative similarity of rumen microorganism in bull calf

Rumen Microbial Principal Component Analysis

Using UniFracPCA to study the difference of bacterial communities in the rumen of calves fed different levels of NFC/NDF diet, the distance between samples was measured by phylogenetic distance, and PCA could display this difference in PCA map in two- or three-dimensional space on. As shown in Figure 4, the contribution of the first principal component and the second principal component based on the UniFrac weighted principal coordinate analysis were 13.82 % and 9.85 %, respectively. Calves fed diets with different NFC/NDF levels, the rumen fluid samples showed obvious differences in bacterial community structure and could be well separated from each other. The samples fed the same diet could be well clustered together and the community similarity was high.

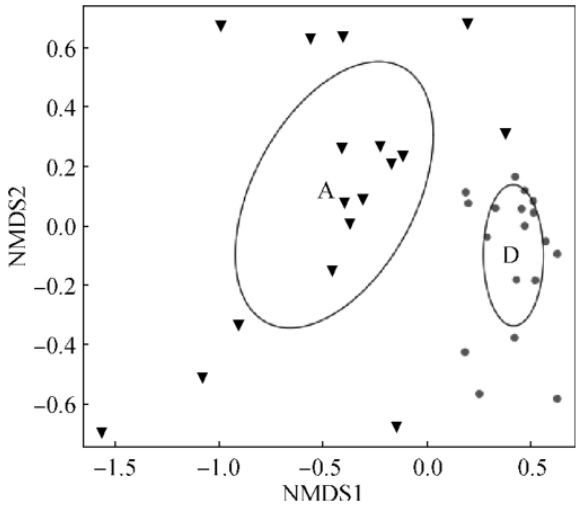


The dots represent the samples in group A, and the trianglesrepresent the samples in group D

Fig. 4 – The PCA of rumen microorganism in bull calf

NMDS Analysis of Rumen Microorganisms

It can be seen from Fig. 5 that most of the samples of groups A and D were in their respective circles after eating different diets with different levels of NFC/NDF, and there was no intersection with each other, indicating that the feed differences in rumen microbiota after different NFC/NDF diets were observed.



The triangles represent the samples in group A, and the dots represent the samples in group D. NMDS. Nonmetric multi -dimensional scaling

Fig. 5 – The NMDS of rumen microorganism in bull calf

DISCUSSION

Effect of Diet NFC/NDF on Rumen Fermentation Parameters in Calves

Rumen fermentation can be reflected by the rumen fluid pH, and the rumen fluid pH was affected by the structure of the diet, the nutrient content of the diet, the salivary secretion, the flow velocity of the chyme, and the absorption of VFA by the rumen epithelium. The rumen pH was significantly reduced with increasing NFC levels [13-14]. Fermented carbohydrates contained in high-NFC diets were rapidly fermented by rumen microorganisms and produced large amounts of VFA and organic acids that decreased rumen pH. However, studies had shown that dietary NFC levels did not affect the rumen pH level [9]. In this experiment, the rumen of animals had not yet developed completely, the nutrients can not be completely digested and utilized, the total amount of volatile acids produced was limited, but also due to the absorption of the rumen epithelium and saliva buffer effect, rumen pH had no significant difference between groups. In addition, this experiment through the oral collection of rumen fluid, may be mixed with a small amount of saliva, that also affected the determination of pH results.

The nitrogenous material in the diet was the main source of ruminal NH_3-N and its concentration was influenced by the rumen's degradation rate and absorption rate of nitrogenous substances [15], which can reflect the utilization of nitrogen by microorganisms. It had been found that the optimum concentration of NH_3-N for growth of microorganisms was 6.3-27.5 mg • dL-1 [16]. The concentration of NH_3-N in this experiment was within its range. Increasing the level of dietary NFC can increase the activity of microorganisms, and then improved the utilization and deamination of protein in diets, and finally increase dthe nitrogen metabolism. Previous research results showed that the nitrogen metabolism of calves in high NFC/NDF group was higher than that of other groups [17]. Liu et al. found that NH_3-N concentration increased with the increase of dietary NFC/NDF levels [18]. The higher NFC content of diets provided more energy to microorganisms after decomposition, increased microbial activity and promoted microbial degradation of dietary protein. The study found that feeding high-NFC diets reduced rumen pH. Released ammonia was immobilized in the form of NH^{+4}, and NH^{+4} was not easily absorbed through the rumen wall. Therefore, ammonia immobilized in the form of NH^{+4} increased and NH_3-N concentration increased [19-20]. However, the results of this test were the opposite, probably because the concentration of NH_3-N was limited by the requirements of the microorganisms on the fermentation substrate [20]. In addition, the difference between the animal species and the diet was also one of the reasons. The main product of rumen fermentation was VFA, which was produced mainly by fermenting carbohydrates in the diet. Studies had found that VFA provided 70% to 80% of the body`s energy, acetic acid, propionic acid, and butyric acid accounted for about 95% of total volatile fatty acids, so acetic acid, propionic acid, and butyric acid concentration or its proportion can reflect the rumen fermentation [21]. The type of rumen fermentation was divided into acetic acid type, propionic acid type, and butyric acid type according to the ratio of acetic acid, propionic acid, and butyric acid. The acetic acid type and propionic acid type were generally determined by the ratio of acetic acid/propionic acid [22]. Studies had found that TV-FA increased both by reducing the fiber content in the diet or by increasing the concentrate level [22-23], since high-concentrate diets provided more fermentation substrate for microbial fermentation [22]. Studies had also found that dietary concentrate coarse material ratio had no significant effect on TVFA, but feed concentrate levels increased, the proportion of propionic acid increased, crude material levels increased, the proportion of acetic acid increased [24-25]. Increasing the level of NFC in the diet resulted in a predominance of amylolytic bacteria in the rumen, while fibrolytic bacteria predominance increased the level of crude material [26]. In this experiment, with the decrease of dietary NFC/NDF level, the proportion of acetic acid in TVFA increased while the proportion of propionate decreased, which led to a significant increase of acetic acid/propionic acid ratio, which indicated that the decrease of dietary NFC content could promote the type of rumen fermentation from the propionic acid to acetic acid type transition. Feeding more concentrate, increasing the proportion of soluble carbohydrates, with the same feed intake, can promote calf weight gain [27]. The rumen development of calves aged 3-6 months still needed to be improved. The digestibility of fibrous material was weaker than that of adult cattle, and the ability of supplying energy by fiber digesting products was lower. It was more suitable for feeding ration with higher proportion of concentrate.

Otus Basic Analysis Results

Although the diversity index did not directly reflect which microbial communities the samples consist of, it can reflect the diversity of microbial community types and structures, that was the abundance of microorganisms. The Venn diagram can intuitively display the uniqueness of each sample at the similar level of 97%. The number of OTUs shared can be very intuitive to see whether the samples were different.

Taxonomy Analysis Results

Qin et al. and Ley et al. showed that the predominant microflora in rumen micro-organisms of ruminants was *Firmicutes* and *Bacteroidetes*, and its dominant position did not change with changes in dietary fiber and starch levels [28-30]. This study got the same result. It showed that the degradation of feed had an important role. *Bacteroidetes* play an important role in the degradation of non-fibrous materials, while *Fibrous bacteria* mainly decomposed fibrous substances [31]. The production of propionic acid increased with the fermentation of non-fibrous material by rumen microorganisms. The type of rumen fermentation was mainly propionic acid. However, the concentration of acetic acid in the fiber increased after fermentation, and the type of rumen fermentation was acetic acid. In this study, with the reduction of dietary NFC level, the content of *Firmicutes* decreased but the difference was not significant. Our previous study found that NDF apparented digestibility of 1.35 group was higher than 0.80 group [27], probably because other bacteria digested it. Studies had found that about half of the rumen fibrinolytic enzymes came from protozoa [32]. At the same time, the content of *Bacteroidetes* in 1.35 group was significantly higher than that of 0.80 group, with high apparent digestibility of non-fiber material and apparent digestibility of organic matter, which eventually promoted calf growth [27]. Kim et al. and Petri et al. found Compared with beef cattle fed high grain ration, the content of *Bacteroidetes* in beef manure and rumen decreased significantly with high coarse feed [33-34]. Ellison et al. and Han were attributed to differences in animal species and sequencing regions [35-37]. Tajima et al. found that the content of *Prevotella* decreased with the increase of dietary NDF content, indicating that it played an important role in the decomposition of the concentrate [38]. Jami et al. found that the content of *Prevotella* in the rumen was unaffected by the diet structure and had always been in a dominant position, basically consistent with the results of this experiment [30]. Description *Prevotella* was a rumen predominant microflora in calves. However, the content of *Prevotel-laceae_UCG-003* in group 0.80 was significantly higher than that in group 1.35, probably due to the poor palatability of diet in group 0.80 and the pick-up of calf. Studies had found that when the body fed high-concentrate diets, preferred choice of coarse feed; and when feeding high-coarse feed, preferred feed concentrate [39]. *Prevotella* mainly degraded the starch in the diet [40], so propionic acid content increased after feeding 1.35 group of diets in this experiment. Huo et al. found that the increase of *Prevotella* in the rumen after the goats fed hay may be due to differences in animal species and diets [41]. *Christensenellaceae _R - 7* was mainly related to the production of acetic acid, so the acetic acid content of this experiment was higher than that of 0.80 group. Rumen pH affected the activity of microorganisms. Too low pH was not conducive to the survival of acid-fast bacteria such as fibrolytic bacteria, but the pH was not conducive to the survival of acid-fast bacteria such as starch-degrading bacteria. However, the rumen pH in this experiment was not significantly different between the groups, not the impacted on the activity of the bacteria, so our previous study found that 1.35 groups of calves fed diets of nutrients of the highest digestibility of nutrients, and the fastest growing [27].

CONCLUSION

Feeding high NFC diet decreased the variety and abundance of rumen microorganisms in calves, and also affected the content of some bacteria in the genus, which ultimately affected the proportion of volatile fatty acids in the rumen fluid. In rumen fluid of 120-180 day-old calves, the dominant bacteria at Phylum level were both *Firmicutes* and *Bacteroidetes*, and the dominant bacteria at Genus level was *Prevotella*.

ACKNOWLEDGEMENT

This research was financially supported by the Science Foundation (CARS-35-04), National Natural Science Foundation of China (31472131) and Scientific And Technological Innovation Talent Project Of Harbin Science And Technology Bureau (2016RAQXJ083).

REFERENCES

1. DIAO Q Y, WANG J F. Early weaning tactics [M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2006.

2. XU Q. The impact of ration and goat breeds on thecomposition and the relative abundance of microbialspecies in goat rumen. Ya'an: Sichuan Agricultural University, 2015.

3. BOOTS B, LILLIS L, CLIPSON N, et al. Responses of anaerobic rumen fungal diversity (phylum Neo-callimastigomycota) to changes in bovine diet. J Appl Microbiol, 2013, 114 (3): 626-635.

4. SHANKS O C, KELTY C A, ARCHIBEQUE S, et al. Community structures of fecal bacteria in cattle from different animal feeding operations. ApplEnviron Microbiol, 2011, 77 (9): 2992-3001.

5. JAMI E, ISRAEL A, KOTSER A, et al. Exploring the bovine rumen bacterial community from birth toadulthood. ISME J, 2013, 7 (6): 1069-1079.

6. LI R W, CONNOR E E, LI C J, et al. Characteriza -tion of the rumen microbiota of pre - ruminant calvesusing metagenomic tools. Environ Microbiol, 2012, 14 (1): 129-139.

7. WU Q J, HAO Z L, LI F D, et al. Effects of dietarystructural and nonstructural carbohydrate ratio on ru minal fermentation for sheep. Acta Veterinaria et Zoo technica Sinica, 2011, 42 (2): 196-202.

8. RIBEIRO JU 'NIOR C S, MESSANA J D, GRANJA -SALCEDO Y T, et al. Parameters of fermentation and rumen microbiota of Nellore steers fed with dif-different proportions of concentrate in fresh sugarcane containing diets. Arch Anim Nutr, 2016, 70 (5): 402-415.

9. FARMER E R, TUCKER H A, DANN H M, et al. Effect of reducing dietary forage in lower starch dietson performance, ruminal characteristics, and nutrient digestibility in lactatingHolstein cows. J DairySci, 2014, 97 (9): 5742-5753.

10. DONG H M, LI Y E, LIN E D, et al. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using SF 6 tracer technique. Chinese Journal of Agrom-eteorology, 1996, 17 (4): 44-46.

11. BRODERICK G A, KANG J H. Automated simulta -neous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. J Dairy Sci, 1980, 63 (1): 64-75.

12. CAO Y C, YANG H J. Ruminal digestibility and fer -mentation characteristics in vitro of fenugreek and al -faalfa hay combination with or without the inoculation of Neocallimastix sp. YAK11. Anim Feed SciTech, 2011, 169 (1 - 2): 53-60.

13. NOCEK J E, ALLMAN J G, KAUTZ W P. Evalua -tion of an indwelling ruminal probe methodology effect of grain level on diurnal pH variation in dairycattle. J Dairy Sci, 2002, 85 (2): 422-428.

14. ZHANG T, ZHUANG S, DONG W C, et al. Effects of different dietary concentrate to forage ratios on rumen fluid pH and VFA levels and blood VFAlevels in dairy goats. Animal Husbandry and Vet erinary Medicine, 2013, 45 (4): 5-10.

15. RUSELL J B, O'CONNOR J D, FOX D G, et al. Anet carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. J AnimSci, 1992, 70 (11): 3551-3561.

16. GRUMMER R R, CLARK J H, DAVIS C L, et al. Effect of ruminal ammonia - nitrogen concentration on protein degradation in situ. J Dairy Sci, 1984, 67 (10): 2294-2301.

17. HERRERA - SALDANA R, GOMEZ - ALARCON R, TORABI M, et al. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utili -zation and microbial protein synthesis. J DairySci, 1990, 73 (1): 142-148.

18. LIU J, DIAO Q Y, ZHAO Y G, et al. Effects of di-monetary NFC / NDF ratios on rumen pH, NH 3 - N and VFA of meat sheep. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2012, 24 (6): 1069-1077.

19. CHEN N. The effect of rumen metabolic parameters and degradation of the initial stage of weaning calfwith forage to concentrate ratio of diets. Chongqing: Southwest University, 2006.

20. CHEN X L, JIA Y H, SUN L S, et al. Effect of neutral detergent fiber to non-fiber carbohydrate ratioson nitrogen utilization of rumen and blood in goats. Chinese Journal of Animal Science, 2007, 43 (3): 36-39.

21. FENG Y L. Ruminant nutrition [M]. Beijing: Science Press, 2004.

22. YANG H B, LIU H, ZHAN J S, et al. Effects ofdiet pellets with different concentrate - roughage ratioson rumen fermenta- tion parameters and microorgan -ism abundance in weaned bull calves. Acta Prat -aculturae Sinica, 2015, 24 (12): 131-138.

23. WANG S P, WANG W J, WANG J Q, et al. Effects of dietary concentrate - to - forage ratio on rumen fer mentation and performance of dairy cows. Journal of Northwest A & F University: Natural Science Edition, 2007, 35 (6): 44-50.

24. CANTALAPIEDRA - HIJIAR G, YEZ - RUIZ DR, MARTN - GARCA A I, et al. Effects of forage: concentrate ratio and forage type on apparent digesti bility, ruminal fermentation, and microbial growth in goats. J Anim Sci, 2009, 87 (2): 622-631.

25. YANG W Z, BEAUCHEMIN K A, RODE L M. Effects of grain processing, forage to concentrate ratio, and forage particle size on rumen pH and diges -tion by dairy cows. J Dairy Sci, 2001, 84 (10): 2203-2216.

26. LIU M X. Ruminant animal digestive physiology [M]. Beijing: Beijing Agricultural University Press, 1991.

27. LI L J, CHENG S R, DIAO Q Y, et al. Influences of dietary non - fiber carbohydrate / neutral detergent fiber on growth performance and nutrient digestion and metabolism of meat calves. Chinese Journal of Animal Nutrition, 2017, 29 (6): 2143-2152.

28. QIN J J, LI R Q, RAES J, et al. A human gut microbial gene catalog established by metagenomic sequencing. Nature, 2010, 464 (7285): 59-65.

29. LEY R E, LOZUPONE C A, HAMADY M, et al. Worlds within worlds: evolution of the vertebrate gutmicrobiota. Nat Rev Microbiol, 2008, 6 (10): 776-788.

30. JAMI E, MIZRAHI I. Composition and similarity ofbovine rumen microbiota across individual animals. PLoS One, 2012, 7 (3): e33306.

31. EVANS N J, BROWN J M, MURRAY RD, et al. Characterization of novel bovine gastrointestinal tract Telponema isolates and comparison with bovine digital dermatitis treponemes. Appl Environ Microbiol, 2011, 77 (1): 138-147.

32. ZHAO G Y. Ruminant nutrition. Beijing: ChinaAgricultural University Press, 2012.

33. KIM M, KIM J, KUEHN L A, et al. Investigationof bacterial diversity in the feces of cattle fed differentdiets. J Anim Sci, 2014, 92 (2): 683-694.

34. PETRI R M, SCHWAIGER T, PENNER G B, et al. Changes in the rumen epimural bacterial diversityof beef cattle as affected by diet and induced ruminalacidosis. Appl Environ Microbiol, 2013, 79 (12): 3744-3755.

35. ELLISON M J, CONANT G C, COCKRUM R R, et al. Diet alters both the structure and taxonomy of theovine gut microbial ecosystem. DNA Res, 2014, 21 (2): 115-125.

36. HAN X F. Effects of age and dietary forage - to - con -centrate ratios on ru microbial flora of the shaan-bei white - cashmere goat. Yangling: Northwest Agriculture and Forestry University, 2015.

37. PITTA D W, KUMAR S, VEICCHARELLI B, et al. Bacterial diversity associated with feedingdryfor age at different dietary concentrations in the rumencontents of Mehshana buffalo (Bubalus bubalis) using16Spyrotags. Anaerobe, 2014, 25: 31-41.

38. TAJIMA K, AMINOV R I, NAGAMINE T, et al. Diet - dependent shifts in the bacterial population of the rumen revealed with real - time PCR. Appl Environ Microbiol, 2001, 67 (6): 2766-2774.

39. MUHAMMAD A U R, XIA C Q, CAO B H. Dieta ryforage concentration and particle size affect sor ting, feedingbehaviour, intake and growth of Chineseholstein male calves. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl), 2016, 100 (2): 217-223.

40. KRAUSE D O, DENMAN S E, MACKIE R I, et al. Opportunities to improve fiber degradation in the rumen: microbiology, ecology, and genomics. FEMS Microbiol Rev, 2003, 27 (5): 663-693.

41. HUO W, ZHU W, MAO S. Impact of subacute ruminal acidosis on the diversity of liquid and solid - as-linked bacteria in the rumen of goats. World J Microbiol Biotechnol, 2014, 30 (2): 669-680.

AUTHOR INFORMATION

Qian Zhao, Doctor, Associate Professor, Northeast Agriculture University, 150030, Harbin, People's Republic of China, +86 0451-55190264, zhaoqian@neau.edu.cn

Peng Zheng, Doctor, Lecturer, Northeast Agriculture University, Animal Science and Technology College, +86 0451-55190364, zhengpeng@neau.edu.cn

Yaguang Tian, Master, Expert Experimenter, Northeast Agriculture University, Animal Science and Technology College, 150030, Harbin, People's Republic of China, +86 0451-55190464, tianyaguang@neau.edu.cn

He Huang, Doctor, Associate Professor, Northeast Agriculture University, Animal Science and Technology College, 150030, Harbin, People's Republic of China, +86 0451-55191705, huanghe@neau.edu.cn

Поступила в редакцию 14 марта 2018 года

UDC 636.084.1

Цянь Чжао, Пэн Чжэн, Ягуан Тянь, Хе Хуан

Колледж зоотехнии и технологии, Северо-Восточный сельскохозяйственный университет, Китайская Народная Республика, Харбин, e-mail: huanghe@neau.edu.cn

Оценка влияния NFC/NDF на параметры рубцового пищеварения и разнообразие микробиальной флоры телят

Аннотация. В этом исследовании представлены результаты влияния различных уровней неструктурных углеводов (NFC)/нейтрально растворимого волокна сырой клетчатки (NDF) на параметры ферментации и микробиальный статус в рубце телят. В качестве объектов исследования выступали 30 месячных здоровых телят с массой 94,38±0,25 кг, которые были случайным образом разделены на 2 группы по 15 голов в каждой. Каждая группа получала 2 варианта общего рациона с одинаковым уровнем сырого протеина и различными отношениями NFC/NDF (1,35(A) и 0,80(D) соответственно). Эксперимент продолжался в течение 105 дней, из которых 15 дней составлял период адаптации и 90 дней – учётный период. У 6 голов телят из каждой группы был проведён отбор содержимого рубца через 2 часа после утреннего кормления на 120, 150 и 180 день. В качестве основных оцениваемых показателей были: pH, количество летучих жирных кислот (VFA), концентрация NH_3-N и микробный состав рубца. Результаты показали, что: 1) внесение различных уровней NFC/NDF не способствовало существенному изменению pH среды рубца и общего количества летучих жирных кислот (VFA) (P>0,05); 2) количество ацетата и NH3-N, а также соотношение ацетат/пропионат в группе A было значительно ниже, чем в группе D (P<0,05), а содержание пропионата в группе A превышало аналогичные показатели в группе D; 3) параметры микробного разнообразия рубцовой жидкости телят в группе A были значительно ниже, чем в группе D (P<0,05); 4) уровень микробного разнообразия рубцовой жидкости телят показал, что доля содержания бактероидов от общего числа сиквенсов в группе A была значительно выше, чем в группе D (P<0,05), а количество Christensenellaceae R-7 и Prevotellaceae UCG-003 в группе D значительно превышало показатели в группе A (P<0,05), 5) с возрастом показатели индекса разнообразия (индекс Шеннона) более разнились в опытных группах (P<0.05), однако различий в микробном составе рубца между 2 группами не было (P<0.05). Таким образом, добавление различных уровней NFC/NDF оказывает значительное влияние на вид и количество микроорганизмов рубца, а уровень рода микроорганизмов оказывает влияние на выход ацетата и пропионата.

Ключевые слова: телята, соотношение неструктурных углеводов/нейтрально растворимого волокна сырой клетчатки, параметры ферментации рубца, микробный состав рубцовой жидкости.

УДК 636.084:636.22/28.082.13

Реализация потенциала весового роста бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами при разном уровне кормления

Ф.Г. Каюмов[1], Н.П. Герасимов[1], А.Ф. Шевхужев[2], В.Э. Баринов[3], Р.Д. Сангаджиев[1], Р.Ф. Третьякова[1]

[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2] ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия»
[3] ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова»

Аннотация. Положительный опыт использования калмыцкого скота в породообразовательном процессе у отечественных селекционеров является научной базой перспективной работы по выведению нового генотипа мясного скота, сочетающего продуктивные и приспособительные достоинства красных ангусов и калмыцкой породы. При проведении исследований поставлена цель: оценить потенциал продуктивности бычков калмыцкой породы и её помесей с красными ангусами американской селекции в зависимости от уровня рационов кормления. Группы комплектовали из новорождённого молодняка: I группа – чистопородные бычки калмыцкой породы, II группа – помеси 1-го поколения красный ангус×калмыцкая, III группа – помеси 2-го поколения красный ангус×калмыцкая. Контрольное выращивание подопытных животных проведено при разном уровне кормления: I опыт – интенсивное, II опыт – умеренное. При интенсивном уровне кормления за период 8-18 месяцев бычки потребили 2511,7-2601,3 корм. ед., обменной энергии – 29307,9-30344,1 МДж и переваримого протеина – 244,2-254,8 кг. Умеренный рацион отличался на 554,9-561,9 корм. ед., обменной энергии – 4812,3-4830,6 МДж, переваримого протеина – 37,4-38,3 кг. Выращиванием молодняка на интенсивном рационе достигнуто максимальное преимущество помесных групп над чистопородными сверстниками по живой массе к 18-месячному возрасту – 38,8-53,3 кг. Установлено, что весовой рост бычков разных породных групп высокодостоверно (P<0,001) детерминирован генотипом на всех этапах контроля при интенсивном кормлении. Лимитирующий фактор (рацион) способствовал снижению весового роста у бычков всех генотипов при умеренном уровне кормления. Обеспечение умеренного уровня кормления аналогам по происхождению не изменил ранг распределения бычков по величине живой массы. При сокращении питательности рациона генотип обусловливал изменчивость весового роста в пределах 20,50-28,93 %. В раннем возрасте вариабельность живой массы, обусловленная разной насыщенностью рационов, минимальна и находится в пределах 13,23-15,49 %. Полукровные помеси характеризовались максимальной долей изменчивости, детерминированной организованным фактором (кормление).

Ключевые слова: бычки, калмыцкая порода, красный ангус, помеси, живая масса бычков, генотип мясного скота, кормление бычков, продуктивность бычков.

Введение.

Калмыцкая порода скота обладает целым рядом исключительных особенностей, включающих адаптационные свойства, неприхотливость к условиям кормления и содержания, воспроизводительные способности, качество говядины. Поэтому не удивительно её повсеместное распространение на территории России, а также в странах ближнего зарубежья. Акклиматизация калмыцкого скота проходит без осложнений во всех экологических зонах нашей страны. Эти хозяйственно-полезные особенности выработаны, главным образом, путём естественного отбора и глубоко закреплены селекцией человека в генофонде породы [1-4].

Однако перечисленные ценные свойства отечественного скота, к сожалению, недостаточно используются в настоящее время в породообразовательном процессе при выведении новых типов и пород. Хотя у отечественных животноводов имеется богатый опыт по рациональному комбинированию генотипа калмыцкой породы с герефордами и ангусами при создании соответственно казах-

ской белоголовой и русской комолой пород мясного скота. Как показывает практика, животные созданных генотипов в полной мере позаимствовали приспособительные качества родительской породы и стойко передают их своему потомству по наследству. Это позволило создать конкурентоспособные мясные стада, не уступающие по мясной продуктивности герефордам и ангусам, во многих климатических зонах России [5-8].

Принимая в расчёт уже имеющийся опыт использования калмыцкого скота в породообразовательном процессе, нами запланирована работа по выведению нового генотипа мясного скота на базе рационального сочетания генотипов красных ангусов и калмыцкой породы. Теоретической предпосылкой такой комбинации генотипов является предположение о создании с помощью вводного скрещивания нового наследственного комплекса, включающего ценные свойства обеих пород.

Цель исследования.

Оценка потенциала продуктивности бычков калмыцкой породы и её помесей 1-го и 2-го поколений при скрещивании с красными ангусами американской селекции в зависимости от уровня рационов кормления.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Чистопородные калмыцкие бычки, а также помеси с красной ангусской породой американской селекции 1-го и 2-го поколений.

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 исследований проведена в ООО «Агрофирма Адучи» Целинного района Республики Калмыкия в двух организованных опытах.

Опыт I предполагал оценку потенциала продуктивности по изменению живой массы при интенсивном уровне кормления.

Опыт II проведён на животных-аналогах по происхождению при умеренном уровне кормления.

Исследования проведены на трёх группах (по 40 голов каждая) бычков. Формирование подопытных групп проводили из новорождённого молодняка согласно схемы: I группа – чистопородные бычки калмыцкой породы, II группа получена из помесного потомства 1-го поколения красный ангус×калмыцкая, III группа – помесные бычки 2-го поколения красный ангус×калмыцкая.

Контрольный период выращивания бычков проведён с рождения до 18-месячного возраста. До отъёма молодняк содержался под матерями на подсосе по технологии, принятой в мясном скотоводстве. Отъём подопытных животных производили в 8 месяцев. После чего породные группы бычков разделили на подгруппы (по 20 голов каждая) в соответствии с интенсивностью рационов кормления. Таким образом, I опыт проведён на 3 группах (n=20 гол.) при интенсивном уровне выращивания, II опыт – на 3 группах аналогов по происхождению (n=20 гол.) при умеренном кормлении.

Рационы составлялись по возрастным периодам, в зависимости от сезона года и запланированного уровня интенсивности кормления из кормов собственного производства. Так, при интенсивном уровне бычки после отъёма до 12 месяцев получали сено разнотравное 10 кг, солому 2 кг, концентрированные корма 3 кг. Возрастной период 13-16 мес. совпал с весенне-летним сезоном года. На этом этапе эксперимента использовали технологию нагула животных. В этот период основным кормом являлась трава естественных пастбищ с подкормкой концентрированными кормами в количестве 2 кг. В заключительный период выращивания рационы состояли из сена 7 кг, соломы 2 кг, концентратов 5 кг. Умеренный уровень кормления предполагал сокращение питатель-

ности рационов за счёт концентрированных кормов. Так, в период с 8 до 12 месяцев подопытные бычки получали рацион, по составу тождественный своим аналогам при интенсивном выращивания, только дачу концентратов снизили до 1,5 кг на голову в сутки. При нагуле (13-16 мес.) подопытный молодняк умеренного кормления дополнительную подкормку концентратами не получал. В возрасте 17-18 мес. количество суточной дачи концентратов сократили до 2,5 кг.

На основании данных по живой массе рассчитывали среднесуточный прирост по возрастным периодам. Расход кормов определяли по разности заданных кормов и несъеденных остатков, а потребление пастбищного корма – укосным методом.

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

Оборудование и технические средства. Электронные весы «ВСП4-Ж» (Россия).

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.

При интенсивном уровне кормления за период 8-18 месяцев подопытный молодняк изучаемых генотипов потребил 2511,7-2601,3 корм. ед., обменной энергии – 29307,9-30344,1 МДж и переваримого протеина – 244,2-254,8 кг (табл. 1). Максимальное количество питательных веществ и энергии рациона съедено бычками 2-го поколения красных ангусов, превосходя сверстников на 38,3-89,6 корм. ед. (1,49-3,57 %), обменной энергии – на 456,3-1036,2 МДж (1,53-3,54 %), переваримого протеина – на 4,3-10,6 кг (1,72-4,34 %).

Таблица 1. **Расход питательных веществ и энергии кормов бычками разных генотипов за период 8-18 мес.**

Показатель	Группа		
	I	II	III
Интенсивный уровень			
Корм. ед., кг	2511,7	2563,0	2601,3
Обменная энергия, МДж	29307,9	29887,8	30344,1
Сухое вещество, кг	3218,8	3283,7	3337,1
Переваримый протеин, кг	244,2	250,5	254,8
Умеренный уровень			
Корм. ед., кг	1949,8	2008,1	2042,0
Обменная энергия, МДж	24477,3	25075,5	25525,9
Сухое вещество, кг	2874,9	2941,5	2994,3
Переваримый протеин, кг	205,9	213,1	216,9

Организация умеренного уровня рационов не изменила ранг распределения породных групп бычков. Наименьшее количество питательных веществ потребили калмыцкие бычки, уступая помесным группам на 58,3-92,2 корм. ед. (2,90-4,52 %), обменной энергии – на 598,2-1048,6 МДж (2,39-4,11 %), переваримого протеина – на 7,2-11,0 кг (3,38-5,07 %).

Различия по насыщенности рационов разной интенсивности в питательных веществах по группам составляли 554,9-561,9 корм. ед. (27,63-28,82 %), обменной энергии – 4812,3-4830,6 МДж (19,19-19,74 %), переваримого протеина – 37,4-38,3 кг (17,55-18,60 %). При этом минимальная разница в потреблении отмечалась у животных 1-го поколения, максимальная – у чистопородных бычков калмыцкой породы.

Скрещивание калмыцкого скота с красными ангусами способствовало получению более крупного новорождённого потомства на 3,3-3,7 кг (14,80-16,59 %; P<0,001) относительно чистопородных сверстников (табл. 2). Преимущество помесных бычков сохранилось и к возрасту отъёма от матерей. При этом максимальной живой массой отличались помеси 2-го поколения ангусского генотипа, превосходя чистопородных аналогов на 14,3 кг (7,27 %; P<0,001). Различия между бычками с гетерогенной наследственностью были статистически недостоверны. Неодинаковые показатели весового роста молодняка разной породности в доотъёмный период значительно определялись их происхождением. Так, живая масса новорождённых бычков детерминирована генотипом на 28,36 % (P<0,001), а к концу молочного этапа выращивания изучаемый параметр снизился на 4,8 %, оставаясь также на уровне высокой достоверности.

Таблица 2. **Формирование весового роста у подопытного молодняка**

Возраст, мес.	Группа			Влияние генотипа, %
	I	II	III	
	живая масса, кг			
При рождении	22,3±0,38	25,6±0,44	26,0±0,45***	28,36***
8	196,7±1,54	209,2±2,06	211,0±1,87***	23,56***
При интенсивном уровне кормления				
12	304,6±4,27	323,8±4,71	332,0±5,10***	23,94***
15	392,4±4,74	427,8±4,94	439,7±5,81***	44,15***
18	451,0±5,56	489,8±6,01	504,3±6,43***	42,48***
При умеренном уровне кормления				
12	290,9±3,77	306,5±4,57	314,1±4,70**	20,50**
15	372,7±4,31	393,1±4,77	403,5±4,92***	28,23***
18	425,9±4,84	449,2±5,50	463,1±6,13***	28,92***

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

Насыщение крови подопытных бычков наследственностью красных ангусов отразилось на весовом росте молодняка при интенсивном уровне кормления. При этом в возрасте 12 мес. потомство калмыцких быков-производителей уступало помесным животным на 19,2-27,4 кг (5,93-8,25 %; P<0,05-0,001). Интенсивный рацион позволил увеличить разницу по живой массе у 15-месячных бычков до 35,4-47,3 кг (8,68-11,27 %; P<0,001). Таким образом, к концу контрольного выращивания молодняка на усиленном уровне кормления зафиксировано максимальное преимущество гетерогенных групп животных над сверстниками – 38,8-53,3 кг (9,00-12,37 %; P<0,001).

Высокая степень обеспеченности бычков в питательных веществах и энергии способствовала усилению воздействия наследственности на вариабельность живой массы. Максимальная наследуемость показателя зафиксирована в возрасте 15 месяцев – 44,15 % (P<0,001). Некоторое снижение (на 1,67 %) влияния генотипа при продлении выращивания до 18-месячного возраста объясняется расширением диапазона внутригрупповой изменчивости живой массы, связанной с индивидуальными особенностями скороспелости и созревания организма животных с гетерогенной наследственностью. Однако следует отметить, что весовой рост бычков разных породных групп в высшей степени достоверно (P<0,001) детерминирован генотипом на всех этапах контроля.

Обеспечение умеренного уровня кормления аналогам по происхождению не изменило ранг распределения бычков по величине живой массы. Так, в возрасте 12 месяцев превосходство потомства ангусских быков-производителей разных поколений относительно чистопородных сверстников составляло 15,9-23,2 кг (5,36-7,98 %; P<0,05-0,01). По мере роста и развития подопытных бычков межгрупповые различия увеличивались, достигнув максимального значения к 18-месячному возрасту – 23,3-37,2 кг (5,74-9,16; P<0,05-0,001).

Следует отметить, что межгрупповые расстояния средних величин изучаемого показателя сократились относительно опыта при интенсивном выращивании. Это связано с лимитирующим фактором (уровень кормления), ограничивающим реализацию наследственного потенциала продуктивности животных. При этом доля влияния генотипа на изменчивость живой массы варьировала в пределах 20,50-28,93 % (P<0,001), достигая максимума к концу выращивания (18 мес.).

Лимитирующий фактор способствовал снижению весового роста у бычков всех генотипов при умеренном уровне кормления. Однако эти изменения по-разному проявлялись у помесного и чистопородного молодняка. При этом наиболее продуктивный генотип (2-е поколение красных ангусов) резче реагировал потерей живой массы на недостаток питательных веществ и энергии в рационе. В разрезе исследуемых породных групп снижение продуктивности составляло: у калмыцких бычков – 13,7-25,1 кг (4,71-6,18 %; P<0,05-0,01), у помесей 1-го поколения – 17,3-40,6 кг (5,64-9,50 %; P<0,05-0,001), 2-го поколения – 17,9-41,2 кг (5,70-9,30 %; P<0,05-0,001). Минимальная разница во всех случаях установлена в 12-, а максимальная – в 18-месячном возрасте.

Таблица 3 иллюстрирует динамику влияния уровня кормления на внутрипородную изменчивость. Следует отметить, что воздействие организованного фактора на живую массу достоверно на всех этапах контроля (P<0,05-0,001).

Таблица 3. **Влияние уровня кормления на весовой рост бычков разных генотипов, %**

Возраст, мес.	**Группа**		
	I	**II**	**III**
12	13,23*	15,49*	14,98*
15	19,84**	40,27***	37,31***
18	23,37**	39,56***	36,22***

В более раннем возрасте доля вариабельности весового роста, обусловленная разной насыщенностью рационов, минимальна и находится в пределах 13,23-15,49 % (P<0,05). С возрастом происходит накопление как общей изменчивости, так и отдельных её компонентов.

Анализ полученных данных показал относительно высокую неприхотливость к кормлению у калмыцкого молодняка. Так, ограничение в поступлении питательных веществ и энергии в организм минимально влиял на внутрипородную изменчивость (13,23-23,37 %; P<0,05-0,01). Это свидетельствует о высокой консолидации генотипа чистопородных бычков. Полукровные помеси характеризовались максимальной долей изменчивости, детерминированной организованным фактором (15,49-39,56 %; P<0,05-0,001), что подтверждает значительную разбалансированность наследственности вследствие комбинирования двух разнокачественных генотипов. Поглощение крови калмыцкой породы в результате вводного скрещивания создало условия для большей устойчивости у 2-го поколения к недостатку в полноценности рационов, что отразилось в меньшей обусловленности живой массы от фактора «кормление» – 14,98-36,22 % (P<0,05-0,001).

Оценка потенциала продуктивности бычков калмыцкой породы и её помесей 1-го и 2-го поколений с красными ангусами при разных уровнях кормления позволило разложить общую дисперсию живой массы на отдельные компоненты (табл. 4). При этом установлено, что влияние генотипа оказывает сравнительно большее влияние (на 2,96-7,95 %) на формирование весового роста породных групп во все возрастные периоды. Однако эта разница с возрастом снижается. Кроме того, по мере развития молодняка наблюдается увеличение доли организованных (на 7,41-12,40 %) и снижение воздействия случайных факторов (на 20,71 %). Следует отметить, что изучаемые компоненты дисперсии в высшей степени достоверно определяют изменчивость живой массы. В то время как взаимодействие генотипа и уровня кормления незначительно на всех этапах контроля.

Таблица 4. **Влияние уровня кормления и генотипа на изменчивость живой массы бычков**

Возраст, мес.	Факторы			
	генотип	уровень кормления	взаимодействие генотип×кормление	случайные
12	19,62***	11,67***	0,15	68,56
15	27,66***	23,40***	1,44	47,50
18	27,03***	24,07***	1,05	47,85

Обсуждение полученных результатов.

Реализация племенной ценности молодняка мясных пород скота происходит на фоне действующих факторов кормления, содержания и окружающей среды [9, 10]. При этом продуктивность животного не всегда отражает его генетический потенциал, а является экспрессией генотипа в конкретных условиях выращивания. Изменение системы паратипических факторов будет способствовать проявлению модификационной изменчивости селекционируемых признаков, диапазон которой зависит от устойчивости и пластичности организма животных. Таким образом, высокая племенная оценка мясного скота определяется в большей степени уровнем адаптации животного к условиям выращивания [11].

Среди многочисленных паратипических факторов, влияющих на формирование продуктивности животных, ведущую роль играет уровень кормления [12]. Построение и функционирование тканей и органов тела происходит за счёт питательных веществ и энергии, поступающих с рационом, а интенсивность этих процессов зависит от количества и качества кормов [13, 14]. Кроме того, доказано, что использование кормовых средств у животных различной племенной ценности неодинаково и обусловлено интенсивностью обменных процессов в их организме [15, 16].

В наших исследованиях для более точной оценки генетического потенциала калмыцких бычков и помесного потомства от быков-производителей породы красный ангус 1-го и 2-го поколений проведено контрольное выращивание, предполагающее испытание по собственной продуктивности при разном уровне кормления. Предполагалось, что приспособленность и неприхотливость к условиям выращивания, свойственные для животных калмыцкой породы, перейдут по наследству к особям нового генотипа. В свою очередь красные ангусы, отличающиеся высокой интенсивностью весового роста, мясностью и комолостью, но крайне требовательные к фону кормления и содержания, образуют новый наследственный комплекс при комбинации уникальных свойств отдельных пород. Подобный опыт уже имеется у отечественных учёных при выведении русской комолой породы в Волгоградской области [17]. Поглотительное скрещивание калмыцкого скота абердин-ангусской породой отечественной селекции до IV поколения позволило создать животных, превосходящих сверстников родительских пород по величине весового роста на 10-15 % и 6-8 % соответственно [18]. При этом молодняк русской комолой породы прекрасно адаптируется в самых разнообразных зонах нашей страны [19].

Научно-практический опыт выведения казахского белоголового скота является классическим примером использования аборигенных животных методом поглотительного скрещивания высокопродуктивной специализированной породой для повышения адаптационных способностей и расширения ареала распространения [20, 21].

Анализ полученных нами данных свидетельствует о достоверном (P<0,01-0,001) превосходстве 2-го поколения красных ангусов над чистопородными бычками на всех этапах контроля весового роста независимо от уровня рационов. Кроме того, потомство быков импортной селекции унаследовало важный технологический признак – комолость.

Установлено, что фактор кормления неодинаково воздействует на различные породные группы. Минимальное влияние вариантов интенсивности рациона на изменчивость живой массы испытали на себе калмыцкие бычки, а полукровные помеси отличались максимальной реакцией на изменение уровня кормления. Промежуточная величина вариабельности живой массы у гетерогенного генотипа 2-го поколения свидетельствует о большей консолидации наследственности.

В то же время нами отмечается снижение наследуемости признака на фоне недостаточной обеспеченности организма подопытных животных в корме. Однако даже при уровне наследуемости *h*=0,2-0,3 можно проводить успешную селекционно-племенную работу, направленную на повышение генетического потенциала продуктивности мясного скота [22, 23].

Выводы.

Оценка потенциала продуктивности калмыцкого скота и его помесей с красными ангусами при разной интенсивности кормления показала достоверное превосходство комбинированного генотипа 2-го поколения независимо от насыщенности рационов. При этом фактор кормления оказывал значительное влияние (13,23-40,27 %) на изменчивость весового роста у потомства различного происхождения. Степень детерминация генотипом вариабельности живой массы сильно зависит от условий выращивания. Максимальное проявление наследственности в фенотипе потомства зафиксировано при высокой насыщенности рационов питательными веществами и энергией.

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

Литература

1. Калмыцкая порода мясного скота – важный резерв развития племенных ресурсов Ставрополья / Ф.Г. Каюмов, М.П. Дубовскова, Л.М. Половинко, Н.А. Калашников, В.В. Голембовский, Е.Д. Кущ, А.И. Штельмах, Н.Д. Полянский, В.Д. Панасенко // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 47-52.

2. Мясное скотоводство в нашей стране, новые порода и типы, созданные в последние годы / Ф.Г. Каюмов, А.В. Кудашева, К.М. Джуламанов, С.Д. Тюлебаев // Зоотехния. 2014. № 8. С. 18-19.

3. Каюмов Ф.Г., Баринов В.Э., Манджиев Н.В. Калмыцкий скот и пути его совершенствования. Оренбург-Элиста: ООО «Агентство Пресса», 2015. 158 с.

4. The variability of productive traits estimation in Kalmyk cattle / A.F. Shevkhuzhev, F.G. Kayumov, N.P. Gerasimov, D.R. Smakuev // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Т. 8. № 5. С. 634-641.

5. Новая порода – русская комолая / Ф. Каюмов, Ш. Макаев, В. Габидулин, А. Белоусов // Животноводство России. 2008. № 6. С. 51-52.

6. Каюмов Ф.Г., Тарасов М.В., Габидулин В.М. Русская комолая порода мясного скота в России // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(3). С. 84-90.

7. Тайгузин Р.Ш., Макаев Ш.А. Зоны разведения казахского белоголового скота в России // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 6(56). С. 125-127.

8. Макаев Ш.А., Фомин В.Н., Гонтюрев В.А. Итоги полувековой селекционно-племенной работы с казахским белоголовым скотом Поволжья // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(1). С. 41-44.

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

10. Дубовскова М.П., Белоусов А.М. Определение категории быков-производителей по продуктивности потомков в зависимости от метода оценки // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(1). С. 113-122.

11. Герасимов Н.П. Фенотипическое разнообразие тёлок герефордской породы в зависимости от паратипических факторов // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 13(63). С. 125-126.

12. Левахин Г.И., Дускаев Г.К. Переваримость питательных веществ рациона в зависимости от типа кормления и направления продуктивности животных // Вестник мясного скотоводства. 2003. Вып. 56. С. 324-330.

13. Влияние пробиотической кормовой добавки Биогумитель 2Г на рост и развитие бычков симментальской породы / В.И. Косилов, Е.А. Никонова, Д.С. Вильвер, Н.М. Губайдуллин // АПК России. 2017. Т. 24. № 1. С. 197-205.

14. Продуктивное использование энергии рационов бычками с учётом качества клетчатки корма / Г.К. Дускаев, И.А. Степанов, Д.А. Бреус, В.А. Айрих, И.В. Моисеев // Вестник мясного скотоводства. 2006. Вып. 59. Т. I. С. 219-222.

15. Левахин Ю.И., Джуламанов Е.Б., Урынбаева Г.Н. Переваримость питательных веществ рационов и азотистый обмен у подопытных бычков герефордской породы разных типов телосложения // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 130-134.

16. Джуламанов Е.Б., Левахин Ю.И., Урынбаева Г.Н. Трансформация питательных веществ и рационов в мясную продукцию откармливаемых бычков герефордской породы разных типов // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: материалы X Всерос. конф. молодых учёных, посвящ. 120-летию И.С. Косенко. Краснодар, 2017. С. 181-182.

17. Габидулин В.М., Тарасов М.В. Русская комолая и абердин-ангусская породы в России и методы их совершенствования // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(2). С. 7-11.

18. Макаев Ш.А. Продуктивные качества бычков русской комолой породы // Вестник мясного скотоводства. 2008. Вып. 61. Т. I. С. 193-197.

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

20. Феклин И., Мирошников С., Мазуровский Л. Основные направления в селекции и воспроизводстве мясного скота в хозяйствах Челябинской области // Зоотехния. 2008. № 5. С. 2-6.

21. Мирошников С.А., Мищенко Н.В. Успехи в развитии селекционно-генетической базы отечественного мясного скотоводства // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 30-34.

22. Белоусов А.М., Дубовскова М.П. Использование селекционно-генетических параметров при совершенствовании герефордов // Зоотехния. 2001. № 12. С. 5-7.

23. 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.

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

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. 8-912-358-96-17, e-mail: nick.gerasimov@rambler.ru

Шевхужев Анатолий Фоадович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры ветеринарии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия», 369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36, тел.:8(926)810-20-99, e-mail: shevhuzhevaf@yandex.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

Сангаджиев Роман Дааваевич, соискатель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Третьякова Рузия Фоатовна, соискатель отдела разведения мясного скота ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Поступила в редакцию 8 февраля 2018 года

УДК 636.084:636.22/28.082.13

Kayumov Foat Galimovich[1], Gerasimov Nikolai Pavlovich[1], Shevkhuzhev Anatoly Foadovich[2], Barinov Vasily Erdnievich[3], Sangadzhiev Roman Daavaevich[1], Tretyakova Ruzia Foatovna[1]

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

[2] *FSBEI HE «North Caucasian State Humanitarian and Technological Academy»,*
e-mail: shevhuzhevaf@yandex.ru

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

Implementation of weight gain potential of the Kalmyk bulls and their crosses with Red Angus at different levels of feeding

Summary. The positive experience of using Kalmyk cattle in breed formation process of domestic breeders is the scientific base of promising work on the development of a new genotype of beef cattle, combining the productive and adaptive merits of the Red Angus and Kalmyk breed. The aim of the research is to assess the potential for the production of Kalmyk bulls and their crosses with Red Angus of American selection, depending on the level of diets. Groups were formed from the newly born animals: Group I – purebred bulls of Kalmyk breed, Group II – crosses of the 1st generation Red Angus×Kalmyk, III group - crosses of the 2nd generation Red Angus ×Kalmyk. Control rearing of experimental animals was carried out at different levels of feeding: I experience – intensive, II experience – moderate. With intensive feeding for 8-18 months, steers consumed 2511.7-2601.3 feed units, metabolizable energy - 29307.9-30344.1 MJ and digestible protein – 244.2-254.8 kg. Moderate diet varied by 554.9-561.9 feed. units, metabolizable energy – 4812.3-4830.6 MJ, digestible protein – 37.4-38.3 kg. Rearing young animals on an intensive diet has achieved the maximum advantage of crossbreeding groups over purebred animals by live weight to 18 months of age – 38.8-53.3 kg. It is established that the weight growth of bulls of different breed groups is highly reliable ($P<0.001$) determined by the genotype at all stages of control during intensive feeding. The limiting factor (ration) contributed to the reduction of weight growth in bull-calves of all genotypes with a moderate level of feeding. Providing a moderate level of feeding to the analogs for the production did not change the rank of the distribution of bulls by the size of the live weight. With a decrease in the nutritional value of the diet, the genotype determined the variability of weight gain in the range of 20.50-28.93 %. At an early age, the variability of the live weight, due to the different saturation of the rations, is minimal and is in the range of 13.23-15.49 %. A maximum share of variability determined by an organized factor (feeding) was characterized half- blooded crosses.

Key words: bulls, Kalmyk breed, Red Angus, crosses, live bulls, genotype of beef cattle, feeding bulls, bulls production.

УДК 636.22/.28.082.12

Оценка полиморфизма гена пролактина у коров молочных пород

М.И. Селионова,[1] Л.В. Кононова,[1] О.В. Сычёва[2]

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр»

[2] ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

Аннотация. В последние годы изучение полиморфизма стало одним из наиболее актуальных направлений как фундаментальной генетики, так и прикладных исследований. Для молочного животноводства значительный интерес представляет ген пролактина (PRL). Участвуя в инициации и поддержании лактации у млекопитающих, пролактин может являться эвентуальным генетическим маркером молочной продуктивности крупного рогатого скота, а как следствие – дополнительным критерием отбора при селекции. Методом ПЦР-ПДРФ (полиморфизм длин рестрикционных фрагментов) был исследован полиморфизм гена пролактина у коров красной степной, швицкой и красно-пёстрой пород (n=83). Установлена как внутри-, так и межпородная особенность аллельного полиморфизма гена пролактина. Использование статистического метода Харди-Вайнберга и расчёта критерия соответствия Пирсона χ^2 для выявления отклонений эмпирического распределения частот генотипов у исследуемых пород скота позволило констатировать, что в популяции коров красно-пёстрой породы наблюдается статистически достоверный сдвиг генетического равновесия в сторону желательного ВВ-генотипа локуса гена пролактина. Полученные данные о наличии полиморфизма по гену пролактина в стадах коров швицкой, красной степной и красно-пёстрой пород можно использовать для совершенствования генофонда молочного скота в направлении увеличения молочной продуктивности и улучшения качества получаемой продукции.

Ключевые слова: коровы, молочные породы, швицкая порода, красная степная порода, красно-пёстрая порода, полиморфизм, ген, пролактин, ПЦР-ПДРФ, генотип, частота встречаемости.

Введение.

Современные успехи молекулярной генетики сделали возможным распознавать гены, связанные с качественными и количественными продуктивными признаками крупного рогатого скота. Выявление желательных аллельных вариантов таких генов позволяет дополнительно к принятым методам отбора и подбора животных проводить селекцию с использованием маркеров на уровне ДНК.

Изучение генотипической структуры «искусственной популяции» является важнейшим условием для поддержания её равновесия и хозяйственной ценности. Среди целого ряда генов, влияющих на молочную продуктивность и качество молока, имеется достаточно обширная группа генов, привносящих наибольший вклад в формирование и функционирование этих качеств. Одним из них, по существу, генетических маркеров, является ген пролактина [1, 2].

Пролактин – один из универсальных гормонов гипофиза с точки зрения его биологической функциональности. Ему принадлежит определяющая роль в лактогенезе, где основное его действие – стимуляция развития молочных желез и лактации. Он действует на альвеолы молочных желез и отвечает за синтез основных компонентов молока, включая белки, лактозу и липиды. Пролактин участвует в каждой стадии экспрессии генов молочного белка, то есть транскрипции, стабилизации мРНК, трансляции и посттрансляционной модификации белков.

Ген пролактина у крупного рогатого скота состоит из пяти экзонов и четырех интронов, место локализации – 23 хромосома. На основании анализа последовательности кДНК гена bPRL четырёх различных клонов было установлено семь возможных нуклеотидных замен. Одной из них является «молчащая» A–G замена в экзоне III гена, возникающая в кодоне для 103 аминокислоты и приводящая к появлению полиморфного RaI-сайта [3, 4].

Ген пролактинового рецептора имеет 2 аллельных варианта: PRL^A и PRL^B. Установлено, что аллель PRL^B обусловливает более высокое содержание белка в молоке, лучшие коагуляционные свойства молока и больший выход сыра. По данным многих исследователей, коровы с генотипом ВВ по гену пролактина являются наиболее обильномолочными и жирномолочными, а также имеют самый высокий выход белка и молочного жира [5-7].

Распределение частот генотипов и аллелей по RaI-полиморфизму гена bPRL у крупного рогатого скота изучалось многими исследователями, но зачастую результаты противоречивы и требуют более детального изучения. В одних исследованиях выявлено преобладание гетерозиготного генотипа АВ, в других работах установлено преобладание аллеля А, в некоторых – аллеля В [8, 9]. Ряд авторов указывает на положительную связь генотипов АА и АВ с удоем и белковомолочностью в стадах чёрно-пёстрой, голштино-фризской и бурой швицкой пород [10]. Иные, обратные зависимости, установлены для коров красно-пёстрой породы [11].

Участвуя в инициации и поддержании лактации у млекопитающих, пролактин может служить эвентуальным генетическим маркером молочной продуктивности крупного рогатого скота, а как следствие – дополнительным критерием отбора при селекции. В связи с этим исследование популяции коров по гену пролактина представляется актуальным.

Цель исследования.

Установить полиморфизм, определить частоту встречаемости генотипов и аллельных вариантов в гене пролактина исследуемых пород скота молочного направления продуктивности.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы швицкой, красной степной и красно-пёстрой пород.

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

Схема эксперимента. Исследования на наличие однонуклеотидного полиморфизма в гене *PRL* были проведены на трёх группах крупного рогатого скота. Первая группа – коровы красной степной породы (n=20), вторая – швицкой (n=28), третья – красно-пёстрой (n=35).

Экспериментальная часть работы выполнялась в лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства-филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр».

ДНК из цельной крови коров была выделена с использованием наборов реагентов Diatom™ DNA Prep 100 согласно инструкции, предоставленной фирмой-производителем.

Оборудование и технические средства. Наборы реагентов Diatom™ DNA Prep 100 (ООО Лаборатория «Изоген», г. Москва). Наборы «$GenPak^R$ PCR Core» (ООО Лаборатория «Изоген», Россия), четырёхканальный программируемый термостат «Терцик» (фирма «ДНК-технология», Россия). Эндонуклеаза RSaI (ООО «СибЭнзим-М», Россия).

Амплификацию гена *пролактина* проводили на наборах «$GenPak^R$ PCR Core» на четырёхканальном программируемом термостате «Терцик» по следующей ПЦР-программе: «горячий старт» – 5 минут при +95 °С; +30 циклов: денатурация – 30 секунд при +95 °С, отжиг – 30 секунд при +63 °С, синтез – 30 секунд при +72 °С, достройка – 10 минут при +72 °С с использованием следующих праймеров производства компании ООО «Синтол» (Россия):

PRL – f: 5' - CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT- 3'

PRL – r: 5' - GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC- 3'

Для контроля прохождения реакции, а также оценки качества и концентрации ПЦР-продуктов проведён электрофорез в 1,5 %-ном агарозном геле. Длина амплифицированного фрагмента гена PRL составила 156 п.н. В качестве маркера молекулярных масс использован $GenPak^{®}$ DNA Markers M 50 (Изоген).

Для рестрикции амплифицированного участка гена PRL была использована эндонуклеаза RSaI в соответствии с рекомендациями фирмы-производителя.

При расщеплении продуктов амплификации были идентифицированы следующие генотипы: АА – 156 п.н.; ВВ – 82; 74 п.н. (желательный генотип); АВ – 156; 82 и 74 п.н.

Статистическая обработка. Частота встречаемости генотипов была определена по формуле (1):

$$p = \frac{n}{N} \qquad (1),$$

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

Частота встречаемости аллелей была рассчитана по формуле (2):

$$P(A) = \frac{2nAA+nAB}{2N} \quad \text{и} \quad q(B) = \frac{2nBB+nAB}{2N} \qquad (2),$$

где p – частота аллеля А,
q – частота аллеля В;
N – общее число особей;
nAA, nAB, nBB – число особей с данным генотипом.

По закону Харди-Вайнберга рассчитали ожидаемое распределение генотипов в исследуемых популяциях.

Величина χ^2 (критерий соответствия Пирсона) выражается любым положительным числом от 0 до ∞ и была определена по формуле (3):

$$\chi^2 = \sum \frac{(H_O - H_E)^2}{H_E} \qquad (3),$$

где H_O – фактически наблюдаемое количество генотипов,
H_E – теоретически ожидаемое количество генотипов.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием программы «BioStat» (AnalystSoft Inc., США).

Результаты исследования.

ДНК-диагностикой с использованием ПЦР-ПДРФ выявлено наличие полиморфизма в локусе гена PRL у исследованных молочных пород крупного рогатого скота. Полиморфизм представлен двумя аллелями: А и В с разной частотой встречаемости (табл. 1).

Таблица 1. **Частоты аллелей гена PRL у коров молочных пород**

Порода животных	n	Частота аллелей		Частота генотипов		
		A	B	AA	AB	BB
Красная степная	20	0,70	0,30	0,50	0,40	0,10
Швицкая	28	0,73	0,27	0,54	0,39	0,07
Красно-пёстрая	35	0,29	0,71	0,23	0,11	0,66

Общей характерной особенностью для исследуемого поголовья (n=83) оказалась низкая частота встречаемости аллеля В и высокая – аллеля А в красной степной и швицкой породах. Доля желательного для селекции аллеля В варьировала от 0,27 у коров швицкой породы до 0,30 – у коров красной степной, что можно считать сравнительно равномерным распределением данного аллеля. Максимально часто (0,70-0,73) встречался аллель А у коров анализируемых пород. Выявленная тенденция нашла отражение в частоте встречаемости генотипов как гомозиготных (АА, ВВ), так и гетерозиготных (АВ).

Среди тестированных коров швицкой и красной степной пород в 7-10 % случаев присутствовал предпочтительный генотип ВВ. Отмечена практически одинаковая частота встречаемости гетерозиготного варианта АВ в исследованных группах животных – 39 и 40 % соответственно. Можно предположить, что увеличение фактического количества гетерозигот способствует большей вероятности получения животных желательного генотипа.

Для коров красно-пёстрой породы характерно иное распределение как аллелей, так и генотипов. Доля желательного для селекции аллеля В составила 0,71, а аллеля А – 0,29. В данной группе коров в локусе гена PRL выявлено 23 % животных с генотипом АА, 11 % – АВ и 66 % – ВВ.

Вычислением генетической сбалансированности уровня полиморфности у изучаемых пород молочного скота на основе учёта степени гомо-, гетерозиготности отмечено некоторое своеобразие генетической структуры, выразившееся в определённой вариабельности изучаемых показателей (табл. 2).

Таблица 2. **Генетическая структура выборки коров молочных пород**

Показатель		Порода		
		красная степная	**швицкая**	**красно-пёстрая**
PRL	Гомозиготы (n)	12	17	31
	Гетерозиготы (n)	8	11	4
	Hobs	0,667	0,647	0,129
	Hex	0,724	0,651	0,691
	χ^2	0,045	0,001	18,148
	Ca, %	58	61	59
	Na	1,72	1,65	1,7
	V, %	44,2	40,9	42,4
	ТГ	– 0,057 Ф<Т	– 0,004 Ф<Т	– 0,562 Ф<Т

Установлено, что уровень гомозиготности (Ca) в локусе гена пролактина был наибольшим (61 %) в группе коров швицкой породы, 59 % – в выборке красно-пёстрой и наименьшим (58 %) – в группе коров красной степной породы.

Число эффективно действующих аллелей (уровень полиморфности локуса, Na) является величиной, обратной степени гомозиготности. Как известно, чем выше степень гомозиготности, тем меньше число эффективных аллелей в генотипах и тем значительнее уменьшается генетическое разнообразие в популяции. Таким образом, наибольшее число Na (1,72) выявлено в группе коров красной степной породы, наименьшее (1,65) – в группе коров швицкой породы.

Сравнительный анализ уровня наблюдаемой (Hobs) и ожидаемой (Hex) гетерозиготности свидетельствует о неоднозначности характера его распределения в исследуемом поголовье молочного скота. Если у швицкой и красной степной пород разница между наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготностью – небольшая, и тест гетерозиготности (ТГ), свидетельствующий об уровне генетического разнообразия популяции, в исследуемых стадах в локусе гена пролактина составил -0,004 в швицкой породе, -0,057 – в красной степной породе, то -0,562 – у животных красно-пёстрой породы, при этом Hobs=0,129, а Hex=0,691.

Для оценки значимости селективного различия между генотипами, обусловленного действием естественного отбора или селекции, необходимо проверить соответствие фактических частот генотипов теоретически ожидаемым согласно закону Харди-Вайнберга, для чего был рассчитан критерий соответствия Пирсона (табл. 3).

Величина χ^2 зависит от числа степеней свободы. Расчёт критерия χ^2 проводили при уровне значимости $P \geq 0,99$. Значение χ^2 для швицкой породы составило 0,001 и 0,045 – для красной степной, что значительно меньше, чем стандартное значение χ^2=9,2 при данном уровне значимости.

Таблица 3. **Значения критерия Пирсона, χ^2 по гену PRL**

Порода животных	n	Фактически наблюдаемое распределение генотипов			Теоретически ожидаемое распределение генотипов			Критерий Пирсона, χ^2
		AA	AB	BB	AA	AB	BB	
Красная степная	20	10	8	2	9,80	8,40	1,80	0,045
Швицкая	28	15	11	2	14,92	11,04	2,04	0,001
Красно-пёстрая	35	8	4	23	2,86	14,30	17,84	18,148

Следовательно, генное равновесие в данных выборках не нарушено. В группе коров красно-пёстрой породы χ^2=18,148, это свидетельствует о том, что в данной популяции генное равновесие нарушено (фактическое распределение генотипов не соответствует теоретически ожидаемому).

Обсуждение полученных результатов.

Исследования, проведённые на разных породах крупного рогатого скота молочного направления продуктивности, также показывают различающие частоты аллелей и генотипов по гену пролактина [12, 13].

Результаты исследований М.А. Леоновой, Л.В. Гетманцевой и А.В. Усатова по изучению генетической структуры коров красной степной породы по гену пролактина выявили полиморфизм и наличие следующих генотипов AA, AG и GG с частотой 6,3; 31,2 и 62,5 % соответственно [14].

Нами на основании проведённых исследований установлено, что частота А-аллеля гена пролактина у коров красной степной и швицкой пород значительно превышает частоту В-аллеля. Частота доминирующего генотипа составляет 54 % у швицкого скота и 50 % – у коров красной степной породы. Можно предположить, что достаточно большое количество гетерозигот в стаде (39-40 %) будет способствовать в дальнейшем получению животных желательного генотипа. Аналогичные результаты были получены в работах Alfonso E. и соавторов, проведённых на американо-швейцарском типе коров, где преобладал аллель А с частотой 87,7 % [15].

В выборке коров красно-пёстрой породы выявлена обратная закономерность: наименьшая концентрация аллеля А – 29 % и наибольшая – аллеля В – 71 %. Отмечается преобладание В-аллеля над аллелем А в 2,45 раза. Для гомозиготного, желательного для селекции ВВ-генотипа, характерна высокая частота встречаемости (0,66), при этом гомозиготный АА-вариант присутствовал с частотой 0,23, а гетерозиготный АВ – 0,11.

Использование статистического метода Харди-Вайнберга и метода χ^2 для выявления отклонений эмпирического распределения частот генотипов у коров исследуемых пород позволило констатировать, что в популяции коров крупного рогатого скота красно-пёстрой породы наблюдается статистически достоверный сдвиг генетического равновесия в сторону желательного ВВ-генотипа локуса гена пролактина.

Расхождения между фактически наблюдаемыми частотами генотипов и теоретически ожидаемыми не случайны. Причиной этого может быть давление искусственного отбора, в результате которого в популяции животных красно-пёстрой породы произошло нарушение генного равновесия в сторону преобладания ВВ-генотипа.

Таким образом, можно утверждать, что особенности полиморфизма гена пролактина обусловлены породной принадлежностью коров. Анализ генетической структуры популяции молочных коров свидетельствует о неоднозначности распределения предпочтительных для селекции аллелей.

Выводы.

Использование молекулярно-генетических методов позволило определить генетическую структуру исследуемого поголовья красной степной, швицкой и красно-пёстрой пород молочного скота.

Практическая значимость данных исследований, прежде всего, в том, что они позволяют решить ряд прикладных задач селекции, одной из которых является выявление генетических маркеров, сопряжённых с молочной продуктивностью. Полученные данные о наличии полиморфизма по гену пролактина в стадах коров швицкой, красной степной и красно-пёстрой пород можно использовать для совершенствования генофонда молочного скота в направлении повышения молочной продуктивности и улучшения качества получаемой продукции.

Литература

1. Горлов И.Ф., Сычева О.В., Кононова Л.В. Бета-казеин: известный, но не познанный // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 6. С. 18-19.

2. Сычева О.В., Кононова Л.В. Повышение молочной продуктивности и качества молока под контролем генетических маркеров // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования: II междунар. науч.-практ. интернет-конф. ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия». С. Соленое Займище, 2017. С. 1422-1424.

3. New insights into the prolactin-RsaI (PRL-RsaI) locus in Chinese Holstein cows and its effect on milk performance traits / C.H. Dong, X.M. Song, L. Zhang, J.F. Jiang, J.P. Zhou and. Y.Q. Jiang // Genetics and Molecular Research. 2013. V. 12. № 4. P. 5766-5773.

4. Use of the Bovine Prolactin Gene (bPRL) for estimating genetic variation and milk production in aboriginal Russian breeds of Bos Taurus / I.V. Lazebnaya, O.E. Lazebny, S.R. Khatami, G.E. Sulimova // Prolactin, Edited by Gyorgy M. Nagy and Bela E. Toth. Rijeka: INTECH. 2013. P. 35-52.

5. Генотипирование холмогорского и голштинского скота по генам пролактина и соматотропина / И.Е. Багаль, И.Ю. Павлова, Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова, В.Л. Ялуга // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2014. № 5. С. 11-13.

6. Полиморфизм генов гормона роста bGH и пролактина bPRL и изучение его связи с процентным содержанием жира в молоке у коров костромской породы / И.В. Лазебная, О.Е. Лазебный, М.Н. Рузина, Г.А. Бадин, Г.Е. Сулимова // Сельскохозяйственная биология. 2011. № 4. С. 46-51.

7. Полиморфизм генов CSN3, bPRL и bGH у коров костромской породы в связи с показателями молочной продуктивности / А.В. Перчун, И.В. Лазебная, С.Г. Белокуров и др. // Фундаментальные исследования. 2012. № 11. С. 304-308.

8. Молочная продуктивность коров холмогорской породы с разными генотипами молочных белков / И.Е. Багаль, Я.А. Хабибрахманова, Л.А. Калашникова, В.Л. Ялуга // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 7. С. 6-9.

9. Полиморфизм генов гормона роста и пролактина в связи с признаками качества молока у крупного рогатого скота ярославской породы / И.В. Лазебная, О.Е. Лазебный, В.Ф. Максименко, Г.Е. Сулимова // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 2. С. 39-44.

10. Chung E.R., Rhim T.J., Han S.K. Associations between PCR-RFLP markers of growth hormone and prolactin genes and production traits in dairy cattle // Korean Journal of Animal Science. 1996. 38: 321-336.

11. Alipanah M., Kalashnikova L., Rodionov G. Association of prolactin gene variants with milk production traits in Russian Red Pied cattle // Iranian Journal of Biotechnology. 2007. 5(3): 158-161.

12. New insights into the prolactin-RsaI (PRL-RsaI) locus in Chinese Holstein cows and its effect on milk performance traits / C.H. Dong, X.M. Song, L. Zhang, J. Jiang, F. Jiang // Genetic and Molecular Research. 2013. November. 12(4): 5766-5773.

13. Khaizaran Z., Al-Razem F. Analysis of selected milk traits in Palestinian Holstein-Friesian cattle in relation to genetic polymorphism // Journal of Cell and Animal Biology 2014 April. Vol. 8(5). P. 74-85.

14. Леонова М.А., Гетманцева Л.В., Усатов А.В. Роль гена пролактина и его рецептора в формировании признаков продуктивности сельскохозяйственных животных // Генетика и разведение животных. 2014. № 4. С. 37-39.

15. Polymorphism of the prolactin gene (PRL) and its relationship with milk production in American Swiss cattle / E. Alfonso, R. Rojas, G. Herrera, C. Lemus et al. // African Journal of Biotechnology. 2012.10 April. Vol. 11(29). P. 7338-7343.

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

Кононова Лидия Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории иммуногенетики и ДНК-технологий, Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства-филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», 355017, г. Ставрополь, переулок Зоотехнический, 15, тел.: (8652)71-70-08, e-mail: kononova-lidij@mail.ru

Сычёва Ольга Владимировна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет», 355017, г. Ставрополь, переулок Зоотехнический, 12, тел.: (8652)28-61-69, e-mail: olga-sycheva@mail.ru

Поступила в редакцию 22 февраля 2018 года

UDC 636.22/.28.082.12

Selionova Marina Ivanovna[1], Kononova Lidia Valentinovna[1], Sycheva Olga Vladimirovna[2]

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

[2] *FSBEI HE «Stavropol State Agrarian University»,* e-mail: olga-sycheva@mail.ru

Evaluation of polymorphism of prolactin gene in dairy cows

Summary. In recent years, the study of polymorphism has become one of the priority directions in both fundamental genetics and applied researches. For dairy farming, prolactin gene (PRL) is of considerable interest. Participating in the initiation and maintenance of lactation in mammals, prolactin may be the eventual genetic marker of dairy productivity of horned cattle, and as a consequence, as an additional selection criterion for breeding. By RFLP (restriction fragment length polymorphism) method, polymorphism of prolactin gene was studied in cows of Red Steppe, Schwitz and Red Spotted breeds (n=83). Both intra- and interbreeding peculiarities of allelic polymorphism in prolactin gene were established. The use of Hardy-Weinberg statistical method and calculation of Pearson fitting criterion ($\chi 2$) for revealing deviations of the empirical frequency distribution in genotypes of the studied cattle breeds made it possible to state that a statistically significant shift of genetic balance towards the designed BB-genotype in the locus of prolactin gene in a population of Red Spotted horned cattle is observed. The obtained data on polymorphism according to prolactin in cow herds of the Schwitz, Red Steppe and Red Spotted breeds can be used to improve the gene pool of dairy cattle in the direction of increasing milk productivity and improving thequality of the products.

Key words: cows, dairy breeds, Schwitz breed, Red Steppe Breed, Red Spotted breed, polymorphism, gene, prolactin, RFLP, genotype, frequency of incidence.

УДК 636.088.31

Продуктивные качества бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов

С.Г. Генов

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

Аннотация. Изучены убойные показатели, морфологический состав отдельных естественно-анатомических частей полутуши бычков симментальского скота брединского мясного типа от разных быков-производителей в 18 месяцев. Морфологический состав туш симментальского молодняка брединского мясного типа всех подопытных групп характеризовался высокими убойными качествами оцениваемых естественно-анатомических частей туш. Наиболее массивной по абсолютным и относительным показателям к общей массе полутуши оказалась тазобедренная часть, которая составила в I группе 52,87 кг (34,49 %), II – 53,9 кг (34,37 %), III группе – 48,10 кг (34,38 %). Выход отдельных естественно-анатомических частей относительно к массе полутуши был достаточно высоким у бычков всех подопытных групп и составил по шейной – 9,13-9,22 %, плечелопаточной – 19,0-19,11 %, спинно-рёберной – 27,32-27,50 %, поясничной части 9,79-10,03 %, тазобедренной части 34,37-34,49 %. По этому показателю существенных межгрупповых отличий не установлено. По соотношению мякоти и костей наиболее желательными были шейная, поясничная и тазобедренная части, в которых содержание мякоти составило 82,19-83,90 %. По этому показателю выгодно отличалась тазобедренная часть полутуш подопытного молодняка.

Симментальские бычки брединского мясного типа разных генотипов по морфологическому составу отдельных естественно-анатомических частей туш характеризовались высокими показателями. Выход мякоти в тазобедренной части составил у подопытного молодняка 82,95-83,90 %. Выход мяса высшего и 1 сорта на 1 кг костей был на высоком уровне и составил 3,25-3,45 кг.

Ключевые слова: бычки, симменталы брединского мясного типа, мясная продуктивность, морфологический состав туши, мясо.

Введение.

В последние годы государство уделяет большое внимание развитию крупного рогатого скота мясного направления продуктивности. На заседании президиума Государственного совета от 13 июля 2010 г. было намечено разработать стратегию развития мясного скотоводства до 2020 г. По прогнозу на перспективу производство говядины на душу населения к 2020 г. должно составить 21 кг. Говядина – один из главных видов продукции скотоводства. Её значение очень велико как пищевого продукта питания для человека. Огромную роль играют её пищевая, энергетическая, биологическая ценность, содержание жира в туше. Говядина, полученная от хорошо откормленного молодняка крупного рогатого скота, отличается высокой биологической ценностью, содержит много белка и мало жира, что соответствует медицинским нормам рационального питания человека [1, 2].

Необходимость в интенсификации выращивания бычков, получении тяжёлых полномясных туш отличного качества послужила основанием для проведения эксперимента с бычками симментальского скота брединского мясного типа, полученных от выдающихся быков-производителей, претендующих на место родоначальников или активных продолжателей линии [3, 4]. При этом оценка таких производителей по качественным показателям мясной продуктивности и вообще по комплексу хозяйственно-полезных качеств в недавно созданных породных типах актуальна и требует разрешения.

Развитию мясного скотоводства на Южном Урале способствует разведение симментальского скота брединского мясного типа, который хорошо приспособился к условиям резко континентального климата, при этом проявляет высокие продуктивные качества [5-8].

Использование лучшего генетического материала позволило получить молодняк, сочетающий в себе весь комплекс положительных хозяйственно-полезных признаков.

Для подтверждения основных характеристик полученного потомства был провёден научно-хозяйственный опыт по определению основных продуктивных признаков симментальских бычков брединского мясного типа разных генотипов.

Цель исследования.

Сравнить убойные качества бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов. Решались задачи: изучить морфологический состав отдельных естественно-анатомических частей туши молодняка симменталов брединского мясного типа разных генотипов и дать оценку качества мясных туш.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки стада симменталов брединского мясного типа разных генотипов в возрасте 18 месяцев.

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

Схема эксперимента. Научно-хозяйственный опыт проводили в ООО «Боровое» Челябинской области, который является племрепродуктором по разведению скота симменталов брединского мясного типа.

В условиях ООО «Боровое» по принципу групп-аналогов с учётом породы, возраста, пола, живой массы и клинического состояния из бычков симменталов брединского мясного типа были сформированы три группы по 16 голов в каждой: I группа – потомки быка Факира № 35024, II – потомки быка Чижика № 39046 и III группа – потомки от других двух быков-производителей. Молодняк содержался по технологии, принятой в мясном скотоводстве: под матерями до 8 месяцев, причём уровень кормления их матерей был одинаков.

После отъёма бычков перевели в помещение, приспособленное под испытательную станцию, где установили для всех одинаковые условия кормления и содержания. Уровень кормления был рассчитан на полную реализацию генотипа быков-производителей в фенотипе.

В целом в нашем исследовании бычки всех групп хорошо росли и развивались. При окончании выращивания произвели контрольный убой трёх бычков из каждой опытной группы в возрасте 18 мес. При этом учитывали морфологический состав туш, который в значительной мере характеризует мясные качества животного.

Оценивали мясную продуктивность и качество мяса по методике ВАСХНИЛ [9] и ВНИИМС [10]. Туши убитых бычков подвергались распиловке на две равные части. Правую часть полутуши разделили на пять естественно-анатомические частей: шейную, спинно-рёберную, плечелопаточную, поясничную с пашиной и тазобедренную, каждая из которых подверглась обвалке с разделением на мякоть, кости и сухожилия. В последующем мякотную часть правой полутуши пропустили через мясорубку и взяли для анализа 400 г фарша. Мякотная часть левой полутуши была разделена на сорта: высший, первый, второй.

Оборудование и технические средства. Контрольный убой проводили на Орском мясокомбинате Оренбургской области. Метод убоя животных – оглушение с переменным электрическим током силой 1-1,5А и напряжением до 125 Вт, термометры, электронные весы для взвешивания, электропила-РРТ-600 (Россия) для распиловки туш, секачи: Я2-ФИН-9,11,12 (Россия) для обвалки отдельных естественно-анатомических частей и кожи.

Статистическая обработка. Полученный материал обрабатывали методом вариационной статистики [11] на персональном компьютере с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США), параметрического метода (t-критерий Стьюдента).

Результаты исследования.

Важнейшим показателем, характеризующим количественную и качественную стороны мясной продуктивности, является соотношение в тушах отдельных естественно-анатомических частей. Кулинарное значение их неодинаково и зависит от соотношения мускульной, жировой и соединительной тканей.

Показатели абсолютной и относительной массы различных частей полутуши бычков приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Абсолютная и относительная масса отдельных естественно-анатомических частей полутуши бычков в 18 месяцев, кг ($\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$)**

Показатель	Группа								
	I			II			III		
	$\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	C_v	% к массе полу-туши	$\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	C_v	% к массе полу-туши	$\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$	C_v	% к массе полу-туши
Шейная	14,00±0,260	3,213	9,13	14,43±0,233	2,800	9,20	12,90±0,252	3,379	9,22
Плечелопа-точная	29,13±0,601	3,573	19,00	29,93±0,536	3,104	19,08	26,73±0,533	3,455	19,11
Спинно-рёберная	42,10±0,874	3,594	27,46	42,87±0,769	3,106	27,32	38,47±0,767	3,452	27,50
Поясничная	15,20±0,305	3,481	9,92	15,73±0,267	0,936	10,03	13,70±0,300	3,793	9,79
Тазобедрен-ная	52,87±1,091	3,576	34,49	53,90±0,954	3,065	34,37	48,10±0,900	3,241	34,38

Выход отдельных естественно-анатомических частей был достаточно высоким у молодняка всех групп и составил по шейной части 9,13-9,22 %, плечелопаточной – 19,0-19,11 %, спинно-рёберной – 34,37-34,49 %. Надо отметить, что существенных межгрупповых отличий по этому показателю не выявлено. При этом отчётливо проявилось преимущество потомков быка Чижика 39046 (II группа) по выходу в абсолютных величинах отдельных частей туши над сверстниками I и III групп.

Так, бычки II группы превосходили аналогов III по выходу отдельных частей: шейной – на 15,3 кг ($P<0,05$), плечелопаточной – на 3,2 кг ($P<0,05$), спинно-рёберной – на 4,4 кг ($P<0,05$), поясничной – на 2,03 кг ($P<0,01$), тазобедренной – на 5,8 кг ($P<0,05$). По этим показателям разница между сверстниками I и II групп была незначительной. Однако сыновья быка Факира 35024 (I группа) в свою очередь превосходили аналогов III группы по выходу отдельных частей: шейной – на 1,1 кг ($P<0,05$); плечелопаточной – на 2,4 кг ($P<0,05$); спинно-рёберной – на 3,63 кг ($P<0,05$); поясничной – на 1,5 кг ($P<0,05$); тазобедренной – на 4,77 кг ($P<0,05$).

Морфологический состав туши определяется соотношением в ней мышечной, жировой, костной и соединительной тканей. Вкусовые качества, питательная ценность и кулинарные свойства естественно-анатомических частей туши неодинаковы. Наибольшую ценность представляют тазобедренная и поясничная части, из которых получают такие отруба, как филей, кострец, оковалок и огузок. В мясной промышленности обвалку полутуши делают в основном по пяти естественно-анатомическим частям. Причём каждая часть имеет свой морфологический состав, отличный от других (табл. 2).

В результате анализа данных морфологического состава отдельных естественно-анатомических частей полутуши опытных бычков разных генотипов были выявлены определённые различия по соотношению мякоти, костей, хрящей и сухожилий.

Таблица 2. **Морфологический состав естественно-анатомических частей полутуши ($\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$)**

Тканевая структура естественно-анатомической части	Группа					
	I		II		III	
	показатель					
	масса, кг	%	масса, кг	%	масса, кг	%
Шейная часть						
Мякоть	11,58±0,211	82,71	11,97±0,265	82,95	10,69±0,245	82,87
Кости	2,03±0,033	14,50	2,05±0,009	14,21	1,90±0,003	14,73
Хрящи и сухожилия	0,40±0,006	2,79	0,41±0,006	2,84	0,30±0,003	2,40
Плечелопаточная часть						
Мякоть	23,72±0,578	81,43	24,41±0,534	81,56	21,46±0,490	80,28
Кости	4,81±0,018	16,51	4,91±0,006	16,40	4,71±0,049	17,62
Хрящи и сухожилия	0,60±0,06	2,06	0,61±0,003	2,04	0,56±0,003	2,10
Спинно-рёберная часть						
Мякоть	32,87±0,839	78,08	33,49±0,701	78,12	29,76±0,758	77,36
Кости	8,95±0,030	21,26	9,07±0,067	21,16	8,40±0,011	21,83
Хрящи и сухожилия	0,28±0,009	0,66	0,31±0,003	0,72	0,30±0,003	0,81
Поясничная часть						
Мякоть	12,59±0,283	82,83	13,08±0,258	83,15	11,26±0,270	82,19
Кости	2,30±0,020	15,13	2,31±0,006	14,68	2,15±0,029	15,69
Хрящи и сухожилия	0,30±0,003	2,04	0,34±0,007	2,17	0,29±0,006	2,12
Тазобедренная часть						
Мякоть	44,27±1,054	83,73	45,22±0,930	83,90	39,90±0,865	82,95
Кости	7,50±0,029	14,19	7,50±0,028	13,91	7,00±0,011	14,55
Хрящи и сухожилия	1,10±0,010	2,08	1,18±0,009	2,19	1,20±0,011	2,50

Для нас большой интерес представляет мякотная часть туши. Так, по выходу мякоти в абсолютных и относительных величинах во всех пяти естественно-анатомических частях выгодно отличались потомки быка Чижика 39046 (II группа). Они по этим показателям превосходили своих сверстников III группы в шейной части на 1,28 кг (P<0,05) и 0,08 %, плечелопаточной части – на 2,95 кг (P<0,05) и 1,28 %, спинно-рёберной части – на 3,73 кг (P<0,05) и 0,76 %, поясничной части – на 1,82 кг (P<0,05) и 0,96 %, тазобедренной части – на 5,32 кг (P<0,05) и 0,95 %.

По выходу мякоти в абсолютных и относительных величинах во всех пяти отдельных естественно-анатомических частях потомки быков Факира 35024 (I группа) и Чижика 39046 (II группа) не уступали друг другу. Разница по этим показателям между ними была не существенной. При этом молодняк I группы превосходил по выходу мякоти аналогов III группы в отдельных частях: плечелопаточной – на 2,26 кг (P<0,05) и 1,15 %, поясничной – на 1,33 кг (P<0,05) и 0,64 %, тазобедренной – на 4,37 кг (P<0,05) и 0,78 %.

Анализ данных морфологического состава отдельных частей полутуши свидетельствует о высоком выходе в них мякоти. Выход мякоти на 1 кг костей в туше и отдельных её частях был достаточно высоким во всех группах молодняка. При этом преимущество по этому показателю было на стороне животных II группы. Однако по выходу мякоти на 1 кг костей в туше и отдельных естественно-анатомических частях у бычков брединского мясного типа разных генотипов достоверной разницы не установлено.

Бычки всех групп характеризовались желательным соотношением мякоти и костей. По соотношению мякоти и костей наиболее желательной была тазобедренная часть полутуши, в которой содержание мякоти было максимальным 82,95-83,90 % и наблюдался минимальный выход костей – 13,91-14,55 %.

В дополнение к приведённым исследованиям по изучению морфологического состава туш мы провели обвалку полутуши с разделением его мякотной части по сортам колбасной классификации (табл. 3).

Таблица 3. **Сортовой состав мякоти при обвалки полутуши бычков в 18 мес. ($\bar{X}\pm S_{\bar{x}}$) (по колбасной классификации)**

Группа	Сортовой состав и структура мякоти								Выход мяса высшего и первого сорта на 1 кг костей, кг
	мякоть всего		высший сорт		первый сорт		второй сорт		
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	
I	125,0±2,95	100	22,86±0,545	18,29	64,17±1,707	51,31	38,00±0,737	30,40	3,40±0,070
II	128,2±2,53	100	23,55±0,330	18,37	65,68±1,440	51,23	38,97±0,769	30,40	3,45±0,053
III	113,1±2,63	100	21,04±0,811	18,59	57,63±1,106	50,95	34,43±0,742	30,46	3,25±0,063

Полученные нами данные свидетельствуют, что все полутуши быков характеризовались хорошим сортовым составом мяса. Между животными изучаемых генотипов существенные различия по абсолютной и относительной массе мяса по сортам не установлено.

Выход мяса высшего и 1 сорта на 1 кг костей был на высоком уровне и составил 3,25-3,45 кг, что свидетельствует о высоком качестве мяса, полученного при убое молодняка разных генотипов в опыте.

Обсуждение полученных результатов.

Наши исследования показали, что на качество производства говядины большое влияние оказывает породная принадлежность, генотип, пол, возраст и физиологическое состояние животных. При этом морфологический состав туши является одним из важных показателей, характеризующих мясную продуктивность [12, 13].

Качественные показатели говядины во многом определяют её конкурентоспособность. В процессе наших исследований выявлены высокие качественные показатели мяса бычков изучаемых генотипов, что согласуется с данными многих исследователей [14-17].

Формирование мясной продуктивности в равных условиях кормления и содержания в большей степени обусловлено генетическим потенциалом животных.

В нашем исследовании по основным показателям мясной продуктивности сыновья быков Факира 35024 (I группа) и Чижика 39046 (II группа) почти не уступали друг другу. И обе группы сверстников в свою очередь по выходу в абсолютных величинах отдельных естественно-анатомических частей достоверно превосходили аналогов III группы ($P<0,05$).

Молодняк всех групп характеризовался желательным соотношением мякоти и костей. В нашем случае по соотношению мякоти и костей наиболее желательной была тазобедренная часть полутуши, в которой содержание мякоти составляло 82,95-83,90 %. По этим показателям наши опытные животные брединского мясного типа не уступали аналогичным данным, полученным при убое бычков мясных пород в 18 месяцев в исследованиях И.П. Заднепрянского [18].

Выводы.

Таким образом, интенсивное выращивание позволило получить высококачественные туши с желательным соотношением тканей от бычков симменталов брединского мясного типа разных генотипов. При этом от выдающихся быков-производителей Факира и Чижика было получено потомство, превосходящее по основным показателям мясной продуктивности аналогов от других оцениваемых быков.

Литература

1. Сусь И., Мительштейн Т. Новый стандарт на крупный рогатый скот и говядину // Животноводство России. 2012. № 11. С. 57-58.

2. Канадская генетика для российского мясного скотоводства / Г.А. Морган, Р.Л. Дэвис, С.А. Мирошников, Л.З. Мазуровский, Н.П. Герасимов // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 5(83). С. 10-15.

3. Мазуровский Л.З., Тюлебаев С.Д., Кадисова Г.Н. Мясные качества симменталов // Зоотехния. 1995. № 3. С. 9-11.

4. Нурписов И., Тюлебаев С., Плохих Н. Влияние генотипа на продуктивность бычков // Животноводство России. 2009. № 6. С. 47-49.

5. Тюлебаев С.Д., Мирошников С.А. Состояние и перспективы создание симментальской мясной породы в Российской Федерации // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(3). С. 77-83.

6. Кадышева М.Д., Тюлебаев С.Д. Эффективность отбора быков-производителей при создании новой мясной породы // Региональная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов. Оренбург: ВНИИМС, 1996. С. 38-39.

7. «Брединский мясной» тип симментала – новое направление в мясном скотоводстве России / С.Д. Тюлебаев, С.М. Канатпаев, И.Б. Нурписов, А.Б. Корсанбаев // Вестник мясного скотоводства. 2009. Вып. 62(4). С. 109-112.

8. Убойные показатели и качества 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.

9. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса крупного рогатого скота / ВАСХНИЛ. М., 1990. 86 с.

10. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества мяса убойного скота / ВНИИМС. Оренбург, 1984. 58 с.

11. Гатаулин А.М. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. М., 1990. 245 с.

12. Легошин Г.П., Гуденко Н.Д. Мясное скотоводство: особенности, технология, экономика. Дубровицы, 2001. 23 с.

13. Косилов В.И., Мироненко С.И., Никонов Е.А. Интенсификация производства говядины при использовании генетических ресурсов красного степного скота. М.: «Колос», 2010. 452 с.

14. Кадышева М.Д. Результаты оценки симментальских бычков разных генотипов по собственной продуктивности // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 4(12). С. 48-50.

15. Результаты оценки бычков брединского мясного типа по собственной продуктивности / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, С.Ш. Туржанов, С.Г. Генов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 5(49). С. 124-126.

16. Качественные показатели стада симменталов «Брединского мясного» типа племзавода ООО «Совхоз Брединский» / М.Д. Кадышева, С.Д. Тюлебаев, С.М. Канатпаев, С.Ш. Туржанов, С.Г. Генов, С.С. Польских, В.М. Габидулин, И.Б. Нурписов, Н.Ж. Кажгалиев // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 5(83). С. 64-72.

17. Литовченко В.Г. Характеристика морфологического состава туши и её естественно-анатомических частей по морфологическим признакам тёлок разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 4(48). С. 114-117.

18. Заднепрянский И.П. Рациональное использование мясного скота. Белгород, 2002. С. 89-91.

Генов Сергей Григорьевич, соискатель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; директор ООО «Боровое», 457321, Челябинская область, с. Боровое, ул. Мира, 18, тел.: 8-35-141-3-54-63, e-mail: vniims.or@mail.ru

Поступила в редакцию 24 января 2018 года

UDC 636.088.31

Genov Sergey Grigorievich

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

[2] *LLC «Borovoye»*

Productive qualities of Simmental bulls of Bredy beef type of different genotypes

Summary. The slaughter indicators, morphological composition of some parts of semi-carcasses of the Simmental cattle of Bredy beef type obtained from different sires at 18 months of age were studied. The morphological composition of the carcasses of Simmental young cattle of Bredy beef type of all experimental groups was characterized by high slaughter qualities of the estimated anatomical parts of carcasses. Silverside is the most massive in absolute and relative parameters to the total mass of carcass, it was 52.87 kg (34.49 %) in Group I, 53.9 kg (34.37 %) in Group II, Group III – 48,10 kg (34.38 %). The yield of some anatomical parts relative to the weight of carcass was quite high in bulls of all experimental groups and was 9.13-9.22 % in neck part, 19.0-19.11 % in humeroscapular part, 27,32-27,50 % in dorsal-rib part, 9,79-10,03 % lumbar part, 34,37-34,49 % hip part. According to this indicator, no significant intergroup differences are established. By the ratio of flesh and bones, the most desirable were neck, lumbar and hip parts, where flesh content was 82.19-83.90 %. According to this indicator, the hip and thigh parts of semi-carcass of experimental young cattle stand out.

High indicators characterized Simmental bulls of Bredy beef type of different genotypes according to morphological composition of some anatomic parts of carcasses. The yield of flesh of the experimental young cattle in hip part was 82.95-83.90 %. The yield of meat of the highest and first grade per 1 kg of bones was at a high level and amounted to 3.25-3.45 kg.

Key words: bulls, Simmentals of Bredy beef type, meat productivity, morphological composition of carcass, meat.

УДК 636.22/28.082.13

Хозяйственно-биологические особенности и мясная продуктивность бычков казахского белоголового скота и его помесей с герефордской породой

Ш.А. Макаев[1], Р.Ш. Тайгузин[2], А.В. Фомин[3]

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

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

[3] *СПК «Племзавод «Красный Октябрь»*

Аннотация. При чистопородном разведении казахской белоголовой породы по линиям периодическое обновление генеалогической структуры стада является актуальным. С этой целью в стаде СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области проводится вводное скрещивание казахских белоголовых коров с быками-производителями герефордской породы для создания новых заводских линий на основе генотипов с высокой наследственностью интенсивности роста живой массы.

В статье приведены результаты изучения хозяйственно-биологических особенностей и мясной продуктивности за период от рождения до 15-месячного возраста помесей I поколения герефордской породы в сравнении с чистопородными казахскими белоголовыми бычками при финансовой поддержке СПК «Племзавод «Красный Октябрь».

При этом сыновья герефордского быка Дайса 10М канадской селекции имели нетипичную для породы тигровую масть и чёрную окраску волос в области задней части туловища и хвоста, которая предопределила их пригодность (участие) в селекционно-племенной работе совершенствования казахской белоголовой породы и привела к сомнению о чистопородности быка Дайса 10М герефордской породы. Но не смотря на это, помеси подвергались к испытанию по собственной продуктивности до 15 мес.

Следует отметить, что разницы в живой массе между генотипами тождественны с ранее проведёнными исследованиями и данными других авторов. Помеси при убое в 15 мес. по массе парной туши уступали своим сверстникам казахского белоголового скота на 1,6 %, но по выходу мякоти превосходили их на 0,5 %.

Следовательно, в подборе родительских пар следует проводить вводное скрещивание казахских белоголовых коров с производителями герефордской породы для получения генотипов с высокой наследственностью признаков мясной продуктивности при отборе родоначальников новых заводских линий.

Ключевые слова: бычки, быки-производители, мясные породы скота, казахская белоголовая порода, герефордская порода, вводное скрещивание, чистопородное разведение, помеси, рост и развитие, мясная продуктивность, естественная резистентность, рентабельность производства мяса.

Введение.

Породная принадлежность в значительной степени определяет характер роста и развития животных, а также влияет на проявление мясной продуктивности. Известно, что животные с различным уровнем породности в одинаковых условиях кормления, содержания и ухода дают неодинаковое количество продукции, различающейся по качеству.

Казахская белоголовая порода – самая распространённая в хозяйствах СНГ из мясных пород скота [1-7].

Ведущим племенным заводом по этой породе является СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Палласовского района Волгоградской области [8].

Метод создания и пути совершенствования уникального высокопродуктивного стада казахского белоголового скота племенного завода имеет большое практическое и научное значение в развитии мясного скотоводства в суровых климатических условиях сухих степей и полупустынь [9-10].

Начиная с 60-х годов XX века, некоторые учёные-реформаторы зоотехнической науки рекомендуют в стадах казахской белоголовой породы практиковать вводное скрещивание с герефордами, не обеспечив надлежащими условиями кормления и содержания герефордских помесей для проявления генетического потенциала их высокой мясной продуктивности разных генотипов [11-16].

Сравнительное изучение различных генотипов мясного скота казахской белоголовой породы в конкретных природно-климатических условиях может иметь существенное народнохозяйственное значение, так как их правильный выбор способствует получению дополнительной продукции при меньших затратах средств [17-21].

Цель исследования.

Изучить хозяйственно-биологические особенности и мясную продуктивность бычков казахского белоголового скота и его помесей с герефордской породой, выявить наиболее продуктивные генотипы различного метода подбора и определить направление дальнейшей селекционно-племенной работы с чистопородным стадом казахской белоголовой породы племзавода, обеспечивающей генетический потенциал интенсивности роста живой массы молодняка, превышающий 1000 г сутки.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Поголовье бычков, полученных от скрещивания полновозрастных чистопородных казахских белоголовых коров спермой быков-производителей казахской белоголовой и герефордской пород.

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

Схема эксперимента. Работа выполнялась в СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Палласовского района Волгоградской области в 2013-2017 гг. Были подобраны по принципу аналогов 2 группы полновозрастных коров казахской белоголовой породы (I класс и элита-рекорд) по 60 голов в каждой. Животных первой группы осеменяли спермой быков казахской белоголовой породы, второй – герефордской породы канадского происхождения современного высокорослого типа. Искусственное осеменение было проведено в течение 1,5 мес. Коровы содержались в одном маточном гурте беспривязно по общей принятой технологии в мясном скотоводстве.

Бычки различных генотипов до 8 мес. выращивались на полном подсосе и выпасались с матерями на пастбище. После отбивки телят от матерей в возрасте 8 мес. для проведения экспериментов по изучению мясной продуктивности животных были сформированы по принципу аналогов 2 группы бычков различных генотипов по 15 голов в каждой. В I группу включали бычков чистопородных казахской белоголовой породы, а во II группу – помесных бычков от герефордского быка-производителя канадской селекции.

Исследования были проведены на бычках в период с 8- до 15-месячного возраста. Группы подопытных бычков отдельно находились в секциях испытательной станции по оценке быков по качеству потомства и бычков по собственной продуктивности и там содержались беспривязно на несменяемой подстилке и имели свободный выход в выгульный двор. Условия их кормления и содержания были идентичными: плотность содержания, фронт кормления и поения, параметры микроклимата, световой и температурный режимы, влажность, скорость движения воздуха, его газо-

вый состав соответствовали стандартам технологии ведения мясного скотоводства. Кормление молодняка производилось на выгульной площадке из кормушек, расположенных по периметру двора. Водопой производился из корыт постоянно.

Рацион кормления бычков включал корма собственного производства, рассчитывался для получения среднесуточных приростов живой массы на уровне 1000-1100 г на одну голову и был сбалансирован согласно централизованным нормам кормления животных [22].

Расход кормов определяли по заборным карточкам у заведующего складом племхоза.

Изучение роста молодняка производилось по показателям живой массы, определяемой ежемесячно на электронных весах, среднесуточного прироста массы тела и коэффициента увеличения живой массы с возрастом.

Экстерьерные особенности и тип телосложения изучали у подопытных животных путём взятия основных промеров, вычисления индексов телосложения и по 60-балльной шкале.

Гематологические показатели крови изучались у 3 бычков в возрасте 15 мес. из каждой группы. Образцы крови брались утром до кормления и поения животных из ярёмной вены.

По сезонам года у молодняка определяли температуру тела, частоту пульса и дыхания по методике, принятой в ветеринарной практике.

Развитие волосяного покрова животных изучали в летний и зимний периоды по общепринятой методике.

Мясные качества подопытных бычков изучали по результатам контрольного убоя по трём животным в 15-месячном возрасте из каждой группы.

Жизненные проявления бычков определяли в течение суток по сезонам года.

Экономическую эффективность выращивания бычков разных генотипов вычисляли на основе затрат, сложившихся в племзаводе в период проведения исследований. Кроме того, учитывались средние годовые затраты кормов и средств на содержание коровы, а также фактически сложившейся суммы выручки от реализации животных на мясо и на племя.

Оборудование и технические средства. Экспериментальную часть проводили на базе СПК «Племзавод «Красный Октябрь» с использованием оборудования и методик Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации №RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). Для определения типа телосложения и линейных промеров использовали инструменты: циркуль Вилькенса, мерную палку Лидтина, мерную тесёмочную ленту, электронные весы для взвешивания животных ЭЛВ-1000 (Россия). Происхождение животных определяли согласно данных документации зоотехнического и племенного учёта. Изучение качества спермы быков-производителей проводили в лабораторном отсеке Центрального пункта искусственного осеменения сельскохозяйственных животных племзавода. Племенная ценность животных определялась согласно методик ИАС «ОПЦ КРС», разработанных сотрудниками отдела разведения мясного скота ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН.

Статистическая обработка. Результаты исследований обрабатывали биометрически [23] с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

В среднем за время проведения опыта суточный рацион бычков равнялся 7 корм. ед., причём протеина они получали 100-105 г на 1 корм. ед. Набор кормов в рационах был сравнительно одинаков на протяжении всего опыта и составлял примерно: сена разных кормовых культур – 25 %, кукурузного силоса – 25 %, соломы яровых зерновых культур – 10 %, концентратов – 40 % от общей питательности рационов.

Летом молодняк получал в течение суток 15 кг зелёной массы суданской травы, 10 кг кукурузной массы и 3,5 кг зерносмеси.

Исходя из биологической полноценности кормов и потребности бычков в основных питательных веществах, рационы балансировались соответствующими премиксами.

Среднее потребление кормов одним животным за фиксированный период эксперимента составило по казахским белоголовым бычкам 1494 корм. ед., а помесям I поколения герефорд – 1481, что меньше на 13,0 корм. ед. или 0,88 %.

Средняя живая масса подсосных бычков при формировании опытных групп варьировала от 220,3 до 217,8 кг и была на уровне требований I класса. Разница между группами составила 2,5 кг и была недостоверной (P<0,05) (табл. 1).

Таблица 1. **Динамика живой массы генотипов (бычки), кг (X±Sx)**

Породность быка-производителя	n	Возраст, мес.								
		8			12			15		
		M	±m	Cv, %	M	±m	Cv, %	M	±m	Cv, %
Казахская белоголовая	15	220,3	1,57	2,8	338,4	4,1	4,7	460,4	3,85	3,2
Герефордская	15	217,8	1,69	3,0	350,5	6,9	7,6	455,1	4,03	3,4
Лимит	-	178-240			270-400			325-550		

Такая же незначительная и недостоверная разница в средних показателях живой массы по группам генотипов наблюдается в возрасте 12 и 15 мес.

Следует отметить, что различия по величине живой массы бычков в группах усиливаются по мере изменения их возраста. При этом более высокий коэффициент изменчивости массы выявлен у помесей герефорда в сравнении с чистопородными казахскими белоголовыми бычками на 2,9 % в 12-месячном возрасте, что свидетельствует о значительном расщеплении генотипов II группы в данном варианте подбора родительских пар.

Изменение коэффициента увеличения живой массы различных генотипов происходило неодинаково (табл. 2).

Таблица 2. **Коэффициент увеличения живой массы бычков, ед.**

Породная группа	Возрастной период, мес.		
	8-12	8-15	12-15
Чистопородная казахская белоголовая	1,53	2,09	1,36
Помеси I поколения герефордской породы канадской селекции	1,61	2,09	1,30

Абсолютный прирост живой массы бычков за период испытания составил в среднем по I группе 240,1 кг и по II – 237,3 кг.

Превосходство по абсолютному приросту в сравнении с II группой у бычков I группы составило 1,2 %, что незначительно и статистически недостоверно.

При анализе среднесуточных приростов установлен довольно высокий их уровень у всех бычков. За возрастной период выращивания с 8 до 15 месяцев среднесуточный прирост в I группе составил 1121,9 г, что было выше относительно аналогов на 1,18 %. При этом следует отметить, что у герефордских бычков среднесуточный прирост был более стабилен (lim=1088-1137 г), тогда как у сверстников I группы с возрастом стал повышаться (lim= 968-1325 г), которые в летний период больше стояли и меньше двигались.

Регистрация особенностей поведения опытных бычков проводилась в зимний (9 мес.) и летний периоды 2017 года в условиях испытательной станции.

Зимой бычки-аналоги I группы больше времени затрачивали на употребление кормов, жевание и меньше – на отдых лёжа (табл. 3).

Таблица 3. **Особенности поведения подопытного молодняка в течение суток по сезонам года**

Показатель	Зима				Лето			
	группа							
	I		II		I		II	
	мин	%	мин	%	мин	%	мин	%
Употребление кормов	209	14,5	203	14,1	218	15,1	193	13,4
Водопой	8	0,6	10	0,7	15	1,0	13	0,9
Отдых лежа	650	45,1	680	47,2	687	47,7	688	47,8
Жевание корма	263	18,3	235	16,3	267	18,5	243	16,9
в т. ч. лёжа	200	13,9	195	13,5	218	15,1	203	14,1
стоя	63	4,3	40	2,8	49	3,4	40	2,8
Стояние	295	20,5	285	19,8	205	14,2	240	16,6
Движение	10	0,7	20	1,4	40	2,8	48	3,3
Групповое движение	5	0,3	7	0,5	8	0,6	15	1,0
Всего затрачено времени	1440	100,0	1440	100,0	1440	100,0	1440	100,0

Из этого следует, что чем мельче бычки, тем медленнее они поедают корма на 6 минут или 2,9 % и дольше отдыхают – 30 мин или 4,6 %. Чистопородные казахские белоголовые генотипы дольше пережёвывали корм на 28 мин или 11,9 %, чем сверстники II группы. Такая тенденция в хронометраже по затратам времени сохраняется, крупные животные после адаптации к условиям испытания начинают расти более интенсивно, среднесуточные приросты некоторых бычков за период от 8 до 15 мес. превышали 1100-1200 г.

В 12-месячном возрасте динамика показателей продолжительности жевания корма происходила в зависимости от живой массы бычков. Разница между группами составляла 24 мин, а между периодами испытания по собственной продуктивности генотипов – от 4 до 8 мин. Это объясняется тем, что молодняку данных пород, как более скороспелым, в этот период требуется больше питательных веществ. Поэтому у бычков продолжительность жевания корма в летний период года выше, чем зимой.

С увеличением возраста молодняк больше затрачивал времени на потребление воды до 13-15 мин.

Большое значение в жизнедеятельности организма животных имеет сон, который оказывает тормозящее компенсаторно-стабилизирующее воздействие при переутомлении. Режим отдыха, занимающий около 50 % суток, значительно влияет на физиологическое здоровье животного и снятие стрессов. Определённые межгрупповые различия наблюдались в продолжительности сна как в зимний, так и в летний периоды, в зависимости от динамики среднесуточных приростов. В возрасте 9 мес. бычки всех групп спали значительно дольше, чем в летний период содержания.

Летом бычки больше двигались почти в 4 раза, чем в зимой. Это объясняется тем, что с возрастом у животных наступает половое созревание, они дольше передвигаются по выгульному двору группами и в одиночку.

Проведённый анализ основных элементов поведения показал, что чистопородные казахские белоголовые бычки после отъёма менее подвержены стрессам, вызванным паратипическими условиями, лучше адаптируются к содержанию на испытательной станции племзавода, чем их сверстники II группы. Это нашло своё подтверждение в интенсивности роста живой массы, а также отразилось на их физиологическом состоянии.

Клинические параметры у бычков разных групп, фиксируемые в выгульно-кормовых дворах и помещениях, имели незначительные различия. Максимальные показатели частоты пульса, дыхания и их сезонные изменения наблюдались по II группе бычков. Так, частота сердечных сокращений, снятая у них на выгульном дворе в зимний период, была выше относительно сверстников на 5,3 % (P>0,999), частота дыхания – на 11,2 % (P>0,999). Разница по показателям частоты пульса бычков в зимний и летний периоды, снятым на выгульных дворах, составила в I группе 7,2, во II – 11,7 % (P>0,999), по частоте дыхания – соответственно 20,2 и 27,8 % (P>0,999).

Важнейшее свойство крови – снабжение органов и тканей организма кислородом, осуществляемое с помощью кровяных клеток эритроцитов, точнее, содержащимся в них гемоглобином.

Гематологические показатели позволили установить, что в зависимости от генотипа подопытных бычков количество эритроцитов в крови варьировало по группам от 6,61 до $7{,}23 \cdot 10^{12}$/л, лейкоцитов – от 7,27 до $8{,}21 \cdot 10^{9}$/л, гемоглобина – от 116,69 до 128,58 г/л, они находилось в пределах физиологической нормы.

Выявлена довольно значительная положительная корреляционная зависимость между концентрацией эритроцитов и гемоглобина в крови и продуктивностью бычков. При этом сопряжённость между показателем живой массы и количеством эритроцитов в крови по группам варьировала от +0,24 до +0,33, живой массой и содержанием гемоглобина – от +0,29 до +0,37. Корреляционная зависимость между среднесуточным приростом живой массы и количеством эритроцитов и гемоглобина была несколько выше. По группам сопряжённость изменялась соответственно от +0,32 до +0,4 и от +0,42 до +0,47. По количеству общего белка в крови преимущество имели также казахские белоголовые бычки, а наиболее низкое его содержание было отмечено у сыновей канадского быка. Также процентное содержание наиболее ценной фракции белка – альбумина, тесно связанной с энергией роста животных, было выше у бычков I группы (табл. 4).

Таблица 4. **Белковый состав сыворотки крови бычков различных генотипов (X±Sx)**

Группа бычков	Показатель				
	общий белок, г/л	альбумины		глобулины	
		M±m	% к общему белку	M±m	% к общему белку
I	78,9±0,21	35,6±0,29	45,2	42,6±0,16	54,8
II	73,7±0,35	33,2±0,13	45,1	40,4±0,11	54,9

Экспериментом установлена взаимосвязь между содержанием белка в крови и его фракций с продуктивностью. Корреляционная связь между количеством общего белка в крови и живой массой составила 0,32 и среднесуточным приростом – 0,38. Корреляция между процентным содержанием альбумина и показателями продуктивности была выше и составляла соответственно 0,41 и 0,56.

Необходимо отметить возрастную изменчивость соотношения альбуминов и глобулинов в крови у животных. Однако указанная динамика имела межгрупповые особенности. Доля альбуминов в сыворотке крови к 15 месяцам сократилась пропорционально увеличению доли глобулиновой фракции. Это естественный процесс развития организма животных, сопровождающийся накоплением жировой ткани, при котором α- и β-глобулины выполняют транспортную функцию, образуя комплексные соединения с липидами. Увеличение в сыворотке крови содержания фракции глобулинов, по-видимому, вызвано усилением иммунобиологической реактивности организма, сопротивляемости условиям внешней среды на данном этапе роста и развития.

Наиболее высокие показатели лизоцима были у генотипов казахских белоголовых производителей. Преимущество по этому показателю у них составило 2,6 % (P>0,999).

Исследованием установлено, что по сезонам года уровень естественной резистентности у чистопородных казахских белоголовых бычков выше, чем у помесных на 1,5-1,8 %.

Существенное влияние на показатели волосяного покрова оказал сезон года. Зимой масса волоса с 1 $см^2$ составила соответственно по группам 55,9±0,18-78,9±0,81 мг, длина 36,3±0,93-41,2±1,97 мм, густота – 440-560 шт. Содержание пуха уменьшилось у молодняка по группам на 53,1-52,9 %, содержание же остевых волокон увеличилось на 28,9-30,5 % соответственно. Динамикой показателей развития волосяного покрова установлено, что лучшей приспособленностью к условиям внешней среды отличались помеси I поколения герефордской породы.

Сыновья герефордского быка-производителя Дайс 10М по мясным формам и экстерьерным признакам (несмотря на тигровую масть, чёрный цвет волос в области задней части тела и хвоста) несколько превышали чистопородных казахских белоголовых бычков.

Оценка экстерьера и конституции по 60-балльной шкале в среднем по II группе бычков составила 57,7±1,07 баллов, выше на 0,8 балла, чем у генотипов I группы.

Несмотря на результаты визуальной оценки, молодняк II группы имел преимущество относительно сверстников I группы по величине широтных (на 2,5-2,7 %) и высотных промеров (3,2 %), обхвату груди (1,4 %) и полуобхвату зада (3,5 %), характеризующих крупный формат экстерьера и выход мякотной части туши (табл. 6).

Таблица 6. **Убойные показатели и морфологический состав туши опытных бычков в возрасте 15 мес. (X±Sx)**

Показатели	Генотип	
	чистопородные бычки казахской белоголовой породы	помеси герефордов I поколения
Живая масса перед убоем, кг	443,3±11,26	435,1±9,37
Масса туши после туалета, кг	253,9±8,73	249,9±6,67
Выход туши после обработки, %	57,3±1,17	57,4±1,81
Масса внутреннего жира-сырца, кг	15,7±1,29	8,9±0,98
Выход внутреннего жира-сырца, %	3,5±1,62	2,0±0,17
Убойный выход, %	60,8±0,93	59,5±0,21
Масса туши после 24-часового охлаждения, кг	252,4±0,75	245,2±1,27
Масса мякотной ткани туши, кг	202,9±1,58	197,1±1,99
Выход мякотной ткани туши, %	80,4±0,53	80,4±0,67
Масса костной ткани туши, кг	41,7±1,01	41,2±0,36
Выход костной ткани туши, %	16,5±0,79	16,8±0,67
Масса сухожилий и хрящей, кг	7,8±1,93	6,9±2,01
Удельный вес сухожилий и хрящей туши, %	3,1±0,18	2,8±0,08
Выход мякотной ткани туши на 100 кг предубойной массы животного, кг	45,7±1,03	45,3±0,99
Коэффициент мясности	4,6±0,97	4,8±0,08
Оценка экстерьера и конституции по 60-балльной шкале, балл	56,9±1,17	57,7±1,07
Высота в крестце, см	121,3±1,03	125,2±2,15
Высота в холке, см	121,3±0,93	122,7±0,99
Косая длина туловища палкой, см	142,7±1,83	141,9±0,76
Косая длина туловища лентой, см	158,3±2,63	163,4±1,09
Глубина груди, см	63,5±0,77	64,7±2,08
Ширина груди, см	44,7±2,17	45,8±1,01
Косая длина зада, см	48,7±1,67	49,1±1,03
Обхват груди, см	180,4±3,61	182,9±2,17
Обхват пясти, см	20,2±0,97	21,5±1,03
Полуобхват зада, см	100,8±2,01	104,3±1,11
Ширина в маклоках, см	44,7±1,63	45,9±1,28

Но несмотря на это, помесные бычки при контрольном убое в возрасте 15 мес. по массе парной туши уступали своим сверстникам казахского белоголового скота на 4 кг, по массе мякотной ткани туши – 4,6 кг и коэффициенту мясности – на 0,2 %, во всех показателях разница статистически недостоверна.

Результаты контрольного убоя показывают, что наиболее тяжеловесные туши получены от бычков I группы. Масса парной туши у них составила 253,9±8,73 кг, от генотипов II группы также получены полномясные туши, которые соответствуют мировым стандартам мясных качеств тяжеловесных туш крупного рогатого скота. Выход туш у животных обеих групп был высоким – 57,3 и 57,4 % соответственно. Наибольший выход внутреннего жира-сырца был у бычков I группы 3,5±1,62 %, разница со II группой составила 1,5 % (P<0,05). По убойному выходу преимущество было на стороне I группы, которое составляло 1,3 %.

Туши молодняка всех групп характеризовались достаточно большой длиной (длина туловища+длина бедра) от 195,8±4,63 до 207,4±0,87 см. Установлено, что коэффициент полномясности туш у молодняка обеих групп был высоким, однако преимущество было на стороне I группы 129,6 %, а у II группы – 120,5 %. Лучшей выполненностью бедра отличались помеси герефордской породы. Они превосходили своих аналогов казахской белоголовой породы на 1,7 % (P<0,01).

Обсуждение результатов исследований.

В селекционно-племенной работе со стадом основным критерием является выявление эффективного варианта подбора животных, который позволяет выращивать ремонтного молодняка с высоким индексом племенной ценности для реализации генотипов в другие племенные хозяйства для совершенствования племенных и продуктивных качеств животных казахской белоголовой породы крупного рогатого скота [13-23].

После завершения исследований генотипы различных типов были реализованы по решению правления СПК «Племзавод «Красный Октябрь» согласно оценки их племенных качеств в хозяйства области по договорной цене.

Ни один бычок герефордского быка не использовался в племенно-селекционном процессе из-за нетипичности по тигровой масти, в последствии все были реализованы на мясо по цене 1 кг живой массы 70 рублей, тогда как чистопородные казахские белоголовые генотипы продавались на племя по цене 1 кг живой массы 180 рублей. Отсюда уровень рентабельности реализации молодняка I группы составлял 45,3 %, а помесей герефордского быка-производителя канадской селекции – 11,6 %.

Выводы.

Данные проведённых исследований по оценке генотипов различного происхождения доказывают, что из ряда признаков отбора наиболее важным показателем является интенсивность роста живой массы, которая обусловлена проявленной наследственностью в конкретных условиях окружающей среды. Следовательно, сравнительное изучение хозяйственно-полезных признаков чистопородных казахских белоголовых бычков с помесными бычками герефордской породы имеет научное и практическое значение.

Экспериментальные исследования, проведённые в стаде СПК «Племзавод «Красный Октябрь», по применению чистопородного разведения казахского белоголового скота и вводного скрещивания казахских белоголовых коров с герефордской породой обеспечивают повышение показателей мясной продуктивности бычков в 15 мес. и снижение себестоимости производства высококачественной говядины.

В дальнейшем необходимо продолжить поисковые варианты использования вводного скрещивания герефордских быков в казахской белоголовой породе для создания высокопродуктивных заводских линий.

Литература

1. Акопян К.А. Казахский белоголовый скот на Юго-Востоке СССР. Оренбург: Чкалов. кн. изд-во, 1956. 116 с.

2. Дудин С.Я. Мясное скотоводство. Алма-Ата: Кайнар, 1967. 260 с.

3. Макаев Ш.А. Казахский белоголовый скот племзавода им. Димитрова и пути его совершенствования: дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 1972. 237 с.

4. Кравченко Н.А. Мясные породы мясного скота. Киев, 1970. 385 с.

5. Ланина А.В. Мясное скотоводство. М.: Колос, 1973. 280 с.

6. Бельков Г.И., Джуламанов К.М. Полнее использовать генетический материал мясных пород // Молочное и мясное скотоводство. 1990. № 5. С. 20-22.

7. Тюлебаев С.Д., Канатпаев С.М., Кадышева М.Д. Рост и развитие симментальских бычков различных генотипов // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 286-291.

8. Прахов Л.П. Разведение казахской белоголовой породы крупного рогатого скота. М.: Россельхозиздат, 1973. 26 с.

9. Макаев Ш.А. Заволжский тип комолого казахского белоголового скота // Зоотехния. 2003. № 6. С. 6-8.

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

11. Макаев Ш.А. Опыт прилития крови герефордов к казахской белоголовой породе // Животноводство. 1974. № 7. С. 26-27.

12. Прахов Л.П., Артюшин В.Е., Макаев Ш.А. Нужно ли вводное скрещивание казахской белоголовой породы с герефордами? // Уральские Нивы. 1978. № 4. С. 53-54.

13. Макаев Ш.А., Давлетбаев К.К., Битумин Т.К. Генетические основы селекции и племенная работа с учётом генеалогии стада племрепродуктора ОПХ «Буртинское» // Вестник мясного скотоводства. 2003. Вып. 56. С. 368-376.

14. Макаев Ш.А. Создание и методы совершенствования казахской белоголовой породы и её комолого типа на Юго-Востоке // Мясное скотоводство и перспективы его развития: сб. науч. тр. Юбил. вып. № 53. Оренбург, 2000. С. 411-425.

15. Заднепрянский И.П., Макаев Ш.А., Крючков В.Д. План селекционно-племенной работы с казахской белоголовой породой скота на 1986-2000 гг. Оренбург, 1990. 214 с.

16. Белоусов А.М., Заднепрянский И.П. Основные направления совершенствования существующих и создание новых мясных пород скота // Совершенствования существующих и создание новых мясных пород и типов мясного скота: тр. Всесоюз. научн.-исслед. ин-та мясного скотоводства. Оренбург, 1985. С. 3-11.

17. Макаев Ш.А. Динамика показателей интерьера бычков в зависимости от их живой массы // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 189-193.

18. Горлов И.Ф. Состояние и перспективы развития мясного скотоводства в Нижнем Поволжье // Мясное скотоводство и перспективы его развития: юбил. вып. тр. ВНИИМС. Оренбург, 2000. С. 66-72.

19. Косилов В.И., Бобб А.Ф., Салихов А.А. Эффективность промышленного скрещивания коров казахской белоголовой породы с производителями высокорослых пород // Повышение эффективности селекции в мясном скотоводстве: сб. тр. ВНИИМС. Оренбург, 1990. С. 78-82.

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

21. Племенная ценность быков-производителей казахской белоголовой породы / Ш.А. Макаев, В.Н. Фомин, Р.П. Герасимов, Н.П. Герасимов // Зоотехния. 2012. № 6. С. 5-6.

22. 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.

23. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

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

Тайгузин Рамиль Шамильевич, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ветсанэкспертизы и фармакологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18, тел.: 8(3532)68-97-10, e-mail: kaf12@orensau.ru

Фомин Алексей Викторович, председатель СПК «Племзавод «Красный Октябрь» Волгоградской области, 404236, Волгоградская область, Палласовский район, п. Красный октябрь, ул. Школьная 11, тел.: 8-844-92-66-1-73, e-mail: plemjavod@rambler.ru

Поступила в редакцию 16 марта 2018 года

UDC 636.22/28.082.13

Makaev Shakur Akhmeevich[1], Tayguzin Ramil Shamilevich[2], Fomin Alexey Viktorovich[3]

[1] *FSBSI «Federal Scientific Center of 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: kaf12@orensau.ru

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

Economic and biological characteristics and meat productivity of bulls of the Kazakh white-headed cattle and their crosses with Herefords

Summary. Periodic line renewal of herd in pure-breeding of the Kazakh white-headed breed by lines is actual. To this end, in the herd of Agricultural Production Cooperative «Plemzavod «Krasny Oktyabr», Volgograd region, introductory crossing of the Kazakh white-headed cows and sires of the Hereford breed is conducted to create new breeding lines based on genotypes with high heredity of live weight growth intensity.

The article presents the results of studying economic and biological characteristics and meat production for the period from birth to 15-month age of crosses of the first generation of Hereford breed in comparison with purebred Kazakh white-headed bulls with the financial support of Agricultural Production Cooperative «Plemzavod «Krasny Oktyabr».

At the same time, sons of Dice 10M of Canadian selection had an untypical tigrine colour and black hair color in the back of trunk and tail, it predetermined their suitability (participation) in breeding work of the Kazakh white-headed breed and led to doubt about genuineness of bull Dice 10M of the Hereford breed. But despite this, crosses were tested for their own productivity up to 15 months.

It should be noted that differences in live weight between genotypes are identical with previous studies and data of other authors. Hot carcasses of 15-month crosses were inferior to animals of the same age of the Kazakh white-headed cattle by 1.6 % at slaughter, but according to the yield of flesh, they advanced over them by 0.5 %.

Therefore, in the selection of parental pairs, an introductory crossing of the Kazakh white-headed cows and Hereford sires should be conducted to obtain genotypes with high heredity of meat production characteristics when selecting foundation animal for new breeding lines.

Key words: bulls, sires, beef breeds, Kazakh white-headed breed, Hereford breed, introductory crossing, pure breeding, crosses, growth and development, meat production, natural resistance, profitability of meat production.

УДК 636.088.31(470.56)

Элементный статус коров мясного направления продуктивности в Оренбургской области

А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, И.В. Маркова

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

Аннотация. Отсутствие данных по оптимальным нормам концентрации химических элементов в «метаболически неактивных» биосубстратах (шерсть, копыта) крупного рогатого скота делают невозможным использование шерсти животного в качестве диагностического индикатора при выявлении и коррекции элементозов. В этой связи приобретают актуальность исследования, направленные на создание баз данных и определение процентильных интервалов концентрации химических элементов в шерсти маточного поголовья крупного рогатого скота мясного направления продуктивности, разводимого в условиях отдельной биогеохимической провинции (на примере Оренбургской области).

Для разработки норм концентраций химических элементов у 190 голов коров казахской белоголовой, калмыцкой и герефордской пород, возраст – 3-5 лет, живая масса – 502,4±17,8 кг, были отобраны образцы шерсти.

Элементный состав волос определяли по 25 показателям.

На основании обработки данных 190 образцов шерсти установлены процентильные интервалы распределения концентраций химических элементов в шерсти; определены значения 25 и 75 процентиля, принятые в качестве «физиологической нормы», мкг/г, по макроэлементам: Ca – 1593,0-2910,0; K – 806,5-3523,0; Mg – 425,5-980,5; Na – 405,5-1501,0; P – 168,0-298,5; эссенциальным микроэлементам: Co – 0,05-0,12; Cr – 0,13-0,28; Cu – 4,87-6,61; Fe – 38,25-95,63; I – 0,28-0,69; Mn – 11,87-30,64; Se – 0,58-1,07; Zn – 107,0-153,0; условно-эссенциальным: B – 1,58-3,85; Li – 0,42-1,9; Ni – 0,39-0,84; Si − 10,75-27,38; V – 0,13-0,34; As – 0,08-0,17; токсическим, не более: Al – 58,42; Sr – 17,31; Pb – 0,24; Sn – 0,02; Cd – 0,04; Hg – 0,009.

По результатам проверки влияния накопления химических элементов на молочность коров установлено, что по группе коров с молочностью (вес телёнка – 183 кг в 7 месяцев) выявлен факт снижения ниже 25 процентиля: кальция, цинка, марганца, йода, лития, с превышением 75 процентиля по свинцу, тогда как у коров с молочностью 229,7 кг показатели элементного статуса находились в пределах 25-75 процентиля.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, коровы, элементный статус, шерсть (волос), физиологическая норма, концентрация химических элементов, молочность.

Введение.

В системе мероприятий по увеличению и реализации продуктивных качеств скота неотъемлемым звеном выступает полноценное по минеральным веществам питание. Недостатки и дисбалансы конкретных минеральных элементов в кормах ограничивают производство продуктов скотоводства [1, 2].

Доказано, что все метаболические процессы, происходящие в организме, протекают с обязательным участием биоэлементов, дисбаланс которых может привести к значительным нарушениям гомеостаза [3-8].

Оценка элементного статуса проводится либо путём прямого определения содержания химических элементов в органах и тканях, либо косвенно – путём изучения различных биохимических реакций и процессов, в которые вовлечены эти элементы. При этом важно определить биомаркеры, наиболее подходящие для данного исследования [9].

Признано, что мультиэлементный анализ волос является высокоинформативным не инвазивным скрининговым методом для оценки элементного статуса, не связанным с суточным ритмом физиологии организма. В отличии от крови или мочи волосы в связи с медленным ростом показывают историческую информацию об элементной концентрации в организме, а также состоянии питания в течение длительного периода времени [10, 11].

Вместе с тем, отсутствие данных по оптимальным нормам концентрации химических элементов в «метаболически неактивных» биосубстратах (волос, копыта) коров делают невозможным использование шерсти животного в качестве диагностического индикатора при выявлении элементозов.

Цель исследования.

Создание базы данных по концентрации химических элементов в шерсти крупного рогатого скота в отдельной биогеохимической провинции (Оренбургская область).

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Коровы казахской белоголовой, калмыцкой и герефордской пород, возраст – 3-5 лет, живая масса – 502,4±17,8 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. Для установления региональных норм концентраций химических элементов в шерсти маточного поголовья у 190 голов казахской белоголовой (n=87), калмыцкой (n=24) и герефордской (n=79) пород отобраны образцы шерсти. На основании этих исследований были установлены процентильные интервалы распределения концентраций химических элементов в шерсти; определены значения 25 и 75 процентиля, принятые по рекомендации [12] в качестве «физиологической нормы».

Для проверки достоверности предложенных региональных норм содержания химических элементов в шерсти животных у 20 голов коров (по 10 голов в группе) отобраны образцы шерсти: I – с молочностью (вес телёнка в 205 дней, пол – бычок) 183,2±2,04 кг (среднесуточный прирост с рождения до 7 месячного возраста – 700-800 г) и II группа с молочностью – 229,7±2,14 кг (среднесуточный прирост 901 и более грамм).

Для проведения определения морфологических и биохимических показателей проводили забор крови из ярёмной вены.

Отбор проб производился с августа 2014 года по июль 2017 года согласно ранее разработанной методики [7] с участка 5×5 см. Совокупная масса отбираемой шерсти составляла не менее 10 мг.

Элементный состав волос определяли методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП).

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

Эритроциты, лейкоциты, гемоглобин, общий белок, альбумины, глобулины, аминотрансферазы определяли на основании взятой крови и сыворотки в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

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 программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

На первом этапе исследований подбирались животные без явных признаков болезни, в дальнейшем от всех коров, которые задействованы в исследовании, проведён отбор проб крови и сыворотки для подтверждения физиологического здоровья животных и соответствия у них содержания форменных элементов установленной физиологической норме (табл. 1).

Таблица 1. **Морфобиохимические показатели крови коров**

Показатель	Норма	Результаты исследований
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,0-7,5	6,82±0,64
Лейкоциты, $10^{9}/л$	4,5-12,0	7,02±0,16
Гемоглобин, г/л	99-129	114,2±1,21
Общий белок, г/л	72,0-86,0	79,34±1,04
Альбумины, г/л	27,3-43,0	35,37±0,98
Глобулины г/л	33,8-65,0	43,97±1,08
АСТ, МЕ/л	85,0-100,0	92,2±0,26
АЛТ, МЕ/л	38,0-75,0	43,2±0,34

В соответствии с одной наиболее широко используемой гипотезой, апробированной на практике в амбулаторно-поликлинических условиях, элементный состав биосубстратов сопоставляется с «нормой», если его значение находится в интервале 25-75 центиля как соответствующее среднему значению содержания данного химического элемента в популяции. Значения, лежащие в интервале от 10 до 25 и от 75 до 90 центиля, предложено рассматривать как отклонения, соответствующие состоянию «предболезни». Показатели содержания химических элементов в интервале от 0 до 10 и от 90 до 100 центиля максимально отражают состояние болезни и ассоциируются с чёткой клинической манифестацией специфических для элементозов синдромов и симптомов [12]. В связи с этим в наших исследованиях определялись значения 25 и 75 процентилей в условиях отдельной биогеохимической провинции (на примере Оренбургской области). Оценка границ процентильных интервалов элементного состава шерсти обследованных животных позволила описать эти значения у животных, разводимых на территории Оренбургской области (табл. 2).

Использование процентильных величин позволяет оценивать состояние обмена химических элементов и выявлять элементозы животных. Для проверки разработанных нами норм концентраций химических элементов в шерсти крупного рогатого скота мясного направления продуктивности и выявления изменений в накоплении химических элементов в зависимости от молочности коров проведён эксперимент на кровах с молочностью (вес телёнка в 205 дней, пол – бычок) 183,2±2,04 кг (среднесуточный прирост 700-800 г) – I группа и с молочностью 229,7±2,14 кг (среднесуточный прирост 901 и более грамм) – II группа (табл. 3).

Таблица 2. **Региональные значения 25 и 75 процентилей концентрации химических элементов в шерсти, мг/кг**

Элемент	Центиль		σ
	25,0	75,0	
Макроэлементы			
Ca	1593,0	2910,0	1073,6
K	806,5	3523,0	1813,0
Mg	425,5	980,5	370,8
Na	405,5	1501,0	724,3
P	168,0	298,5	139,0
Эссенциальные микроэлементы			
Co	0,05	0,12	0,082
Cr	0,13	0,28	0,208
Cu	4,87	6,61	792,818
Fe	38,25	95,63	96,151
I	0,28	0,69	0,392
Mn	11,87	30,64	17,535
Se	0,58	1,07	0,445
Zn	107,0	153,0	65,56
Условно-эссенциальные микроэлементы			
B	1,58	3,85	1,975
Li	0,42	1,9	1,126
Ni	0,39	0,84	9,118
Si	10,75	27,38	11,130
V	0,13	0,34	0,251
As	0,08	0,17	0,08
Токсические микроэлементы			
Al	не более 58,42		55,001
Sr	не более 17,31		6,440
Pb	не более 0,24		0,164
Sn	не более 0,02		0,020
Cd	не более 0,04		6,258
Hg	не более 0,009		0,013

Сравнительный анализ показал, что животные с большей молочностью достоверно превосходили сверстниц по калию на 92,2 %, кальцию – 25,2 %, натрию – 61,5 %, цинку – 43,6 %, йоду – 200,0 %, селену – 257,9 % и литию – 253,6 %. При сравнении полученных данных с разработанными нормами установлено, что по калию хоть и получена значительная разница, его значения лежали в пределах физиологической нормы. В шерсти животных I группы выявлен факт снижения ниже 25 процентиля таких элементов, как кальций на 1,9 %, цинк – на 1,8 %, марганец – на 15,6 %, йод – на 50 %, литий – на 33,3 %. Превышение 75 процентиля концентрации отмечалось по свинцу на 4,2 %.

Таким образом, сопоставление полученных данных с предложенными нормами позволяет индивидуально выявлять элементозы коров и проводить коррекцию рационов с целью восполнения их по недостающим элементам, что позволит повысить молочность, оценённую по весу полученного приплода в возрасте 205 суток. Это сложно было бы сделать, опираясь только на элементный состав шерсти, с учётом их концентрации.

Таблица 3. **Содержание макро- и микроэлементов в пробах шерсти коров различной молочности, мг/кг**

Элемент	Группа	
	I	II
	Макроэлементы	
K	1106,2±304,54	2125,8±287,43*
Ca	1562,0±98,56	1981,0±107,34*
Mg	492,8±78,54	636,8±108,73
Na	449,3±98,65	725,8±72,56*
P	182,60±47,75	173,40±46,15
	Жизненно необходимые эссенциальные микроэлементы	
Zn	105,11±8,87	150,8±9,43**
Fe	53,13±14,68	51,20±8,16
Cu	5,12±0,72	4,94±0,54
Mn	10,02±3,66	17,69±9,29
I	0,14±0,09	0,42±0,08*
Se	0,19±0,07	0,68±0,17***
Cr	0,16±0,37	0,14±0,29
Co	0,069±0,17	0,082±0,31
	Условно-эссенциальные микроэлементы	
Si	17,0±2,24	17,36±2,09
B	1,97±1,34	3,07±1,08
Li	0,28±0,10	0,99±0,27*
Ni	0,51±0,08	0,60±0,20
V	0,17±0,053	0,14±0,054
As	0,134±0,06	0,098±0,08
	Содержание токсических микроэлементов	
Al	32,54±14,28	19,59±21,29
Sr	2,28±1,39	8,31±5,37
Pb	0,25±0,16	0,11±0,05
Sn	0,004±0,002	0,008±0,004
Cd	0,009±0,004	0,018±0,009
Hg	0,003±0,004	0,007±0,002

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

Обсуждение полученных результатов.

Целью наших исследований являлось создание базы данных по концентрации химических элементов в шерсти крупного рогатого скота мясного направления продуктивности в условиях отдельной биогеохимической провинции (Оренбургская область). Для этого нами были отобраны у 190 голов казахской белоголовой (n=87), калмыцкой (n=24) и герефордской (n=79) пород образцы шерсти. Основанием к этому стали результаты исследований по использованию элементного состава волос в медицине [13] и в животноводстве [14-16]. Причём наиболее впечатляющие результаты по проблеме достигнуты в медицине.

Медицинская элементология в последние годы прошла путь от разработки аналитических методов исследования и первичного формирования баз данных до установления референтных и центильных значений элементного состава биосубстратов человека и широкомасштабного использования новых знаний на практике [17]. Практическая значимость новых технологий подтверждается числом обращений в медицинские центры, использующие новые подходы к диагностике и коррекции элементозов [18].

В связи с этим разработанные нормы концентраций химических элементов в шерсти крупного рогатого скота мясного направления продуктивности актуальны и могут быть использованы при оценке состояния обмена химических элементов, выявлении и коррекции элементозов.

Показательными являются полученные результаты на группах коров с различной молочностью – при весе телёнка 183 кг в 7 месяцев выявлен факт снижения ниже 25 процентиля: кальция, цинка, марганца, йода, лития, с превышением 75 процентиля по свинцу, тогда как у коров с молочностью 229,7 кг показатели элементного статуса находились в пределах 25-75 процентиля. Влияние данных элементов на продуктивные качества и целесообразность их корректировки подтверждается исследованиями ряда учёных [19-21].

Выводы.

Разработаны нормы концентраций химический элементов в шерсти коров мясного направления продуктивности в условиях отдельной биохимической провинции (Оренбургская область), которые могут быть использованы при оценке состояния обмена химических элементов, выявлении и коррекции элементозов.

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

Литература

1. Оценка элементного статуса организма мясных коров различного физиологического состояния / А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, А.В. Харламов, И.В. Маркова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 44-49.

2. Влияние содержания химических элементов в шерсти и клинических показателей крови на репродуктивные качества мясных коров / А.Н. Фролов, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, И.В. Маркова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 80-87.

3. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель экологофизиологической адаптации / А.В. Скальный, С.А. Мирошников, С.В. Нотова, И.П. Болодурина, С.В. Мирошников, И.Э. Алиджанова // Экология человека. 2014. № 9. С.14-17.

4. Biogenic elements; biological role, application in medicine: methodical instructions for 1st year students' self-work in Medical Chemistry / compiled by A.O. Syrovaya, S.A. Nakonechnaya, L.G. Shapoval et al. Kharkiv: KhNMU, 2015. 28 p.

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

6. Особенности элементного состава шерсти крупного рогатого скота различных генотипов / С.А. Мирошников, А.В. Харламов, А.Н. Фролов, О.А. Завьялов, Г.К. Дускаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 155.

7. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S. Miroshnikov, A. Kharlamov, O. Zavyalov, A. Frolov, G. Duskaev, I. Bolodurina, O. Arapova // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Т. 14. № 9. С. 632-636.

8. Element Status of Students with Different Levels of Adaptation / S.V. Notova, E.V. Kiyaeva, I.V. Radysh, I.E. Laryushina, M.L. Blagonravov // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2017. Т. 163. № 5. С. 541-543.

9. Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами: метод. рекомендации / сост.: П.Н. Любченко, Б.А. Ревич, Н.И. Левченко. М.: МОНИКИ, 1989. 23 с.

10. Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements / J.L. Rodrigues, B.L. Batista, J.A. Nunes, C.J.S. Passos & F. Barbosa Jr. // Science of The Total Environment. 2008. V. 405. Issues 1-3. P. 370-376.

11. Drasch G., Roider G. Assessment of hair mineral analysis commercially off ered in Germany // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 2002. Vol. 16. N. 1. P. 27-31.

12. Скальная М.Г., Демидов В.А., Скальный А.В. О пределах физиологического (нормального) содержания Ca, Mg, P, Fe, Zn и Cu в волосах человека // Микроэлементы в медицине. 2003. № 4(2). С. 5-10.

13. 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 of Vitamin and Nutrition Research. 2013. 83(3). P. 154-161. doi: 10.1024/0300-9831/a000160.

14. 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 (Krakow). 2014. 62(3):163-169.

15. 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.

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. Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр Биотической Медицины) // Микроэлементы в медицине. 2003. № 4(1). С. 55-56.

18. Center for Biotic Medicine [Электронный ресурс]. URL: http://en.microelements.ru/ (дата обращения: 13.02.2018 г.)

19. Effect of Calcium Supplementation on Growth, Nutrient Digestibility and Fecal Lactobacilli in Dairy Calves / C. Yuangklang, C. Wachirapakorn, H.E. Mohamed, A. Alhaidary and A.C. Beynen // American Journal of Animal and Veterinary Sciences. 2010. 5 (2). P. 127-131.

20. Корниенко А.В. Влияние разных уровней цинка в рационах свиноматок на их продуктивность и использование каротина кормов: дис. ... канд. с.-х наук. Ульяновск, 2002. 146 с.

21. Прохоров О.Н. Влияние скармливания селена и йода на процессы обмена и продуктивные качества бычков-кастратов: дис. ... канд. с.-х наук. Кемерово, 2002. 164 с.

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 «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

Маркова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, 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: irinazzz88@yandex.ru

Поступила в редакцию 6 марта 2018 года

UDC 636.088.31(470.56)

Kharlamov Anatoly Vasilyevich, Frolov Alexey Nikolaevich, Zavyalov Oleg Aleksandrovich, Markova Irina Viktorovna

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

Element status of beef cows in Orenburg region

Summary. The lack of data on the optimal standards for the concentration of chemical elements in «metabolically inactive» biosubstrates (wool, hooves) of cattle makes it impossible to use animal hair as a diagnostic indicator in the detection and correction of elemental diseases. In this connection, the research aimed at creating databases and determining percentile intervals of chemical elements concentration in wool of breeding stock of beef cattle, reared under the conditions of a separate biogeochemical province (on the example of Orenburg region) gain grounds.

For the development of standards of chemical elements concentration, samples of wool were selected from 190 cows of the Kazakh white-headed, Kalmyk and Hereford breeds, age 3-5 years, live weight-502.4 ± 17.8 kg.

Elemental composition of wool was determined according to 25 indicators.

Based on the data processing of 190 wool samples, the percentile intervals for the distribution of chemical element concentrations in wool are established. The values of 25 and 75 percentile, adopted as the «physiological norm», μg/g, are determined for the macroelements: Ca – 1593.0-2910.0; K – 806.5-3523.0; Mg – 425.5-980.5; Na – 405.5-1501.0; P – 168.0-298.5; essential microelements: Co – 0.05-0.12; Cr – 0.13-0.28; Cu – 4.87-6.61; Fe – 38.25-95.63; I – 0.28-0.69; Mn – 11.87-30.64; Se – 0.58-1.07, Zn – 107.0-153.0; conditionally-essential: B – 1,58-3,85; Li – 0.42-1.9; Ni – 0.39-0.84; Si – 10.75-27.38; V – 0.13-0.34; As – 0.08-0.17; toxic, not more than: Al – 58.42; Sr – 17.31; Pb – 0.24; Sn – 0.02; Cd – 0.04; Hg – 0.009.

Based on a check of the effect of chemical elements accumulation on the milking ability of cows, a decrease in the group of cows with milking ability (weight of calf - 183 kg at 7 months) lower than 25 percentile is established: calcium, zinc, manganese, iodine, lithium, and exceeding 75 percent for lead, whereas for cows with a milkiness of 229.7 kg, element status indicators were within the range of 25-75 percentile.

Key words: cattle, cows, element status, wool (hair), physiological norm, concentration of chemical elements, milk.

УДК 636.084.1(470.6)

Оплата корма приростом живой массы молодняка калмыцкой и бурой швицкой пород, выращенного по разным технологиям

Р.А. Улимбашева[1], А.Ф. Шевхужев[2], Д.Р. Смакуев[2], Н.В. Цурикова[2]
[1] ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова»
[2] ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия»

Аннотация. Статья посвящена анализу потребления кормов, оплаты корма приростом живой массы бычками мясного и комбинированного направления продуктивности, выращенными в молочный период на ручной выпойке и подсосе под коровами-кормилицами. Для этого в условиях ООО «Дарган», расположенного в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики, были сформированы четыре группы бычков: I группа – животные калмыцкой породы, II – сверстники бурой швицкой породы, выращенные на подсосе под коровами-кормилицами, III – молодняк калмыцкой породы, IV группа – животные бурой швицкой породы, выращенные методом ручной выпойки. Полученные данные по потреблению кормов свидетельствуют, что за период от рождения до 18 месяцев, независимо от породной принадлежности, бычки, выращенные в подсосный период под кормилицами, потребили больше энергетических кормовых единиц (на 122-126, P>0,999), что в основном обеспечивалось потреблением большего количества молока под кормилицами. Они характеризовались более высокими абсолютными приростами живой массы, преимущество над сверстниками, содержавшимися на ручной выпойке, составило 28,3 и 27,7 кг соответственно (P>0,999). В результате за весь период выращивания и откорма лучшей оплатой корма приростом живой массы характеризовались бычки, выращенные по технологии мясного скотоводства. Их затраты корма на производство 1 кг живой массы были в среднем на 0,18-0,19 энергетических кормовых единиц (P>0,999) и 23,6-27,6 г переваримого протеина (P>0,99) ниже, чем у сверстников, содержавшихся на ручной выпойке. Использование в молочный период элементов технологии производства говядины, принятой в мясном скотоводстве, позволяет при дальнейшем откорме, в отличии от выращивания телят на ручной выпойке, увеличить потребляемость корма, повысить абсолютный прирост живой массы, снизить затраты корма на единицу прироста живой массы бычками калмыцкой и бурой швицкой пород.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, бычки, калмыцкая порода, бурая швицкая порода, технология выращивания скота, отгонно-горное содержание, корм, потребление корма, оплата приростом.

Введение.

Современное состояние мясного скотоводства России характеризуется продолжающейся негативной тенденцией снижения поголовья мясного скота и, соответственно, объёмов производимой продукции – говядины [1-5]. Затронул этот процесс и Северный Кавказ, в частности Кабардино-Балкарскую Республику, где имеются все условия для успешного развития подотрасли мясного скотоводства. Наличие на территории региона больших площадей естественных сенокосов и пастбищ является перспективным для наращивания поголовья мясного скота и получения продукции с минимальными затратами труда и финансовых средств.

Многочисленными исследованиями доказано, что содержание животных и уровень кормления оказывают решающее влияние на рост, развитие и формирование мясных качеств [6-10].

Генетический потенциал продуктивности, определяющий энергию роста животного, его живую массу, размеры и убойные качества, способен проявиться только на фоне оптимального кормления при полной сбалансированности рационов по основным питательным веществам [11-13].

Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных в основном зависит от поедаемости кормов и концентрации в них энергии. Однако потребление кормов зависит от влияния большого количества факторов как паратипического, так и генетического характера [14-16].

Цель исследования.

Сравнительная оценка потребления корма и структуры рациона, затрат кормов на единицу продукции бычками калмыцкой и бурой швицкой пород.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Бычки калмыцкой и бурой швицкой пород от рождения до 18 месяцев.

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

Схема эксперимента. В условиях ООО «Дарган», расположенного в предгорной зоне Кабардино-Балкарской Республики, были сформированы четыре группы бычков, выращенных по технологиям производства говядины, принятым в молочном (ручная выпойка) и мясном скотоводстве (на подсосе под кормилицами) с использованием в летний период отгонно-горного содержания. В I группу вошли бычки калмыцкой породы, во II – сверстники бурой швицкой породы, выращенные в молочный период на подсосе под коровами-кормилицами, в III – молодняк калмыцкой породы, в IV – животные бурой швицкой породы, выращенные путём ручной выпойки молока.

Контрольные кормления бычков проводились на 5 головах из каждой группы.

Подопытные группы бычков от рождения до 8-месячного возраста находились в хозяйстве, с 8 до 14 месяцев – на пастбище, с 14 до 18 месяцев – в скотных дворах при беспривязном содержании.

Абсолютный прирост живой массы в отдельные возрастные периоды и за весь период выращивания и откорма определяли по разнице между конечной и начальной живой массой бычков.

Учёт поедаемости кормов проводили ежемесячно в течение 2 смежных суток по количеству заданных кормов и их остатков, а количество съеденной пастбищной травы рассчитывали методом обратного пересчёта. Молочность коров калмыцкой породы определяли путём взвешивания телят до и после сосания.

При составлении рационов учитывали питательность кормов по результатам их химического анализа.

Оборудование и технические средства. Для определения абсолютного прироста живой массы бычков проводилось их взвешивание на платформенных электронных весах РЕУС (ООО «Весовая компания «Тензосила», г. Воронеж, Россия). Анализ содержания энергетических кормовых единиц и переваримого протеина в кормах проводили в лабораториях ФГБУ «Станция агрохимической службы «Кабардино-Балкарская» по методике П.Т. Лебедева, А.Т. Усовича [17]. Раздача кормов проводилась раздатчиком кормов КТУ-10 (Россия).

Статистическая обработка. Цифровой материал исследований обработан методом вариационной статистики [18] с вычислением достоверности разности полученных показателей по критерию Стьюдента. Ошибку средней арифметической определяли по формуле:

$$m_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Результаты исследования.

Выращивание подопытных групп телят разными способами – под коровами-кормилицами и методом ручной выпойки оказало значительное влияние на структуру потребления кормов и оплату корма приростом живой массы, что видно из представленных в таблице 1 данных.

Таблица 1. **Потребление, структура кормов рациона и оплата корма приростом живой массы телят (от рождения до 8 месяцев), $X \pm m_x$**

Показатель	Порода			
	калмыцкая		бурая швицкая	
	группа			
	I	III	II	IV
Потреблено кормов, кг/ЭКЕ:				
молоко	1174/399,2	350/119,0	1427/485,2	350/119,0
сено люцерновое	356/174,4	412/201,9	364/178,4	386/189,1
силос кукурузный	223/46,8	1014/212,9	234/49,1	1514/317,9
концентрированные корма	191/246,4	214/276,1	199/256,7	223/287,7
ЭКЕ	866,8±6,43	810,0±4,17	969,4±7,76	913,7±4,66
ПП	90,4±1,20	80,0±0,79	100,2±3,30	83,8±2,07
ПП на 1 ЭКЕ, г	104,3	98,8	103,4	91,8
Структура кормов по питательности, %:				
молоко	46,1	14,7	50,0	13,0
сено люцерновое	20,1	24,9	18,4	20,7
силос кукурузный	5,4	26,3	5,1	34,8
концентрированные корма	28,4	34,1	26,5	31,5
Абсолютный прирост живой массы, кг	164,5±2,84	157,7±1,31	183,9±2,52	168,8±1,86
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы:				
ЭКЕ, кг	5,27±0,06	5,14±0,02	5,27±0,05	5,41±0,03
ПП, г	549,8±7,97	507,2±1,18	544,7±14,3	496,3±7,01

Установлено, что, независимо от технологии выращивания, в течение первых семи месяцев индивидуального развития телята бурой швицкой породы потребили больше кормов, чем сверстники калмыцкой породы в среднем на 102,6-103,7 энергетических кормовых единиц (P>0,999) и 3,8-9,8 кг – переваримого протеина (P>0,95). Различие в пользу бурых швицев по потреблению кормов между животными, выращенными на подсосе под кормилицами, обеспечивалось за счёт большей молочности коров комбинированного направления продуктивности, а различия, имевшие место между телятами, находившимися на ручной выпойке, являются следствием более охотного поедания силоса бурыми швицами, что, видимо, является породной особенностью этого скота.

В связи с различиями в потреблении корма как между телятами разных пород, так и в зависимости от метода потребления молока имела место разная структура рациона кормов по питательности. Так, потребление молока было наивысшим в группах животных, выращенных на подсосе, превосходство которых над особями ручной выпойки составило по калмыцкой породе 31,4 %, бурой швицкой – 37,0 %. Наблюдались существенные различия по потреблению силоса кукурузного в пользу телят, выращенных по способу ручной выпойки, которые в зависимости от породной принадлежности варьировали в пределах 20,9-29,7 %, что, вероятно, обусловлено регламентированным потреблением молока. Наряду с большим потреблением силоса кукурузного телята ручной выпойки отличались более высоким количеством съеденных концентрированных кормов – 31,5-34,1 %, что в среднем по породам выше на 5,0-5,7 %. Независимо от способа потребления молока максимальным потреблением концентратов характеризовались телята калмыцкой породы, чьё превосходство над сверстниками бурой швицкой породы составило в среднем 1,9-2,6 %.

Следует отметить, что исходя из более высокой обеспеченности молоком подопытных групп телят, выращенных на подсосе под кормилицами, у сверстников ручной выпойки имело место большее потребление растительных кормов (силоса, концентратов, сена), что, вероятно, обусловлено их меньшей обеспеченностью молоком.

В связи с необходимостью расчётов затрат кормов на производство единицы продукции были проанализированы абсолютные приросты живой массы подопытных групп телят. Как и ожидалось, максимальные приросты были характерны для телят, выращенных под коровами-кормилицами, причём наибольшие значения были характерны для бурых швицев – 183,9 кг. Превосходство над сверстниками ручной выпойки составило в среднем по породам 6,8-15,1 кг (P>0,95-0,99).

По затратам кормов на 1 кг прироста живой массы, выраженных в энергетических кормовых единицах и переваримом протеине, лучшими значениями отличались телята калмыцкой породы, выращенные способом ручной выпойки, у которых эти затраты были на 0,27 энергетических кормовых единиц (P>0,999) ниже сверстников бурой швицкой породы, при несущественных различиях по затратам переваримого протеина. Результаты анализа оплаты корма приростом живой массы телят сравниваемых пород при выращивании на подсосе под кормилицами не выявил достоверных различий по затратам корма на единицу продукции.

У телят обеих пород наблюдались неодинаковые тенденции в затратах корма на производство 1 кг прироста живой массы в зависимости от способа потребления молока. Так, у бурых швицев наименьшие затраты энергетических кормовых единиц на единицу продукции наблюдались при выращивании на подсосе под кормилицами, что на 0,14 ниже, чем у одноименных сверстников ручной выпойки (P>0,95), однако по расходу переваримого протеина меньшие затраты характерны для телят ручной выпойки на 48,4 г (P>0,95). Большие затраты переваримого протеина на единицу прироста живой массы телятами подсосного способа выращивания как комбинированного, так и мясного направлений продуктивности, вероятно, обусловлены большим потреблением молока.

Результаты потребления и затрат корма на единицу прироста живой массы бычками калмыцкой и бурой швицкой пород за весь период выращивания показаны в таблице 2.

Установлено, что потребление кормов значительно варьировало от технологии выращивания и породной принадлежности бычков, что оказало влияние на структуру кормов по питательности.

Независимо от породной принадлежности бычки, выращенные по технологии производства говядины, принятой в мясном скотоводстве, потребили больше энергетических кормовых единиц (на 122-126, P>0,999), что в основном обеспечивалось содержанием под кормилицами – потреблением большего количества молока.

Более половины потреблённых кормов в структуре рационов приходилось на пастбищную траву и концентраты, по потреблению которых подопытные группы бычков между собой мало различались. У анализируемых пород наибольшие различия в структуре кормов по питательности наблюдались по потреблению молока и силоса в связи с технологией выращивания в молочный период. Так, в структуре потребления кормов у бычков, выращенных под кормилицами, на молоко приходилось 11,9-13,7 %, что на 8,2-10,2 % больше по сравнению с таковой у особей, выращенных способом ручной выпойки.

Более высокие абсолютные приросты живой массы получены от бычков калмыцкой и бурой швицкой пород, выращенных на подсосе, чьё преимущество над одноименными сверстниками ручной выпойки составило 28,3 и 27,7 кг соответственно (P>0,999). При прочих равных условиях – обоих технологиях выращивания для производства говядины – большие абсолютные приросты живой массы были свойственны бычкам бурой швицкой породы, превосходство которых над животными калмыцкой породы составило 22,8-23,4 кг (P>0,999).

Таблица 2. **Потребление, структура рациона и оплата корма приростом живой массы бычков за 18 месяцев, $X \pm m_x$**

Показатель	Порода			
	калмыцкая		бурая швицкая	
	группа			
	I	III	II	IV
Потреблено кормов, кг/ЭКЕ:				
молоко	1174/399,2	350/119,0	1427/485,2	350/119,0
сено люцерновое	1030/504,7	1157/567,0	1083/530,7	1282/628,2
силос кукурузный	2056/431,9	2465/517,6	2134/448,1	2983/626,4
трава пастбищная	3813/877,0	3778/869,0	3892/895,0	3860/888,0
концентрированные корма	873/1126,2	884/1140,4	917/1183,0	898/1158,4
ЭКЕ	3339±6,40	3213±5,56	3542±6,18	3420±8,09
ПП	322,3±3,46	312,5±3,66	341,7±3,25	334,4±4,53
ПП на 1 ЭКЕ, г	96,5	97,3	96,5	97,8
Структура кормов по питательности, %:				
молоко	11,9	3,7	13,7	3,5
сено люцерновое	15,1	17,6	15,0	18,3
силос кукурузный	12,9	16,2	12,6	18,3
трава пастбищная	26,4	27,0	25,3	26,0
концентрированные корма	33,7	35,5	33,4	33,9
Абсолютный прирост живой массы, кг	456,5±1,88	428,2±2,60	479,3±2,32	451,6±2,17
Затраты кормов на 1 кг прироста живой массы:				
ЭКЕ, кг	7,31±0,02	7,50±0,03	7,39±0,02	7,57±0,02
ПП, г	706,0±4,81	729,6±4,24	712,8±3,54	740,4±6,73

В результате за весь период выращивания и откорма лучшей оплатой корма приростом живой массы характеризовались бычки, выращенные в молочный период под кормилицами, их затраты корма на производство 1 кг живой массы были в среднем на 0,18-0,19 энергетических кормовых единиц (P>0,999) и 23,6-27,6 г переваримого протеина (P>0,99) ниже, чем у сверстников, содержавшихся методом ручной выпойки.

Обсуждение полученных результатов.

Проведённые исследования по изучению влияния различных способов выращивания в молочный период калмыцкого и бурого швицкого молодняка на потребление кормов, структуру и затраты корма на 1 кг прироста живой массы, показали, что наибольшими приростами живой массы отличались бычки, выращенные в молочный период по технологии мясного скотоводства, при наименьших затратах корма на 1 кг живой массы. При прочих равных условиях выращивания наименьшими затратами корма на единицу продукции отличались животные калмыцкой породы. Схожие результаты превосходства бычков, выращенных на подсосе, получены на чёрно-пёстром и полукровном голштинском молодняке [19], симменталах [20], а также калмыцком скоте при вводном скрещивании с мясными симменталами [21, 22].

Выводы.

Использование в молочный период элемента технологии производства говядины – выращивание телят на подсосе под кормилицами, позволяет в отличии от выращивания на ручной выпойке увеличить потребляемость корма, повысить абсолютный прирост живой массы, снизить затраты корма на единицу прироста живой массы бычками калмыцкой и бурой швицкой пород.

Литература

1. Приоритетное развитие специализированного мясного скотоводства – путь к увеличению производства высококачественной говядины / К.К. Бозымов, Р.К. Абжанов, А.Б. Ахметалиева, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. Т. 3. № 35. С. 129-131.

2. Хардина Е.В., Краснова О.А. Убойные и мясные качества бычков чёрно-пёстрой породы, обусловленные современным подходом в кормлении // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9(143). С. 121-124.

3. Шевхужев А.Ф., Улимбашева Р.А., Улимбашев М.Б. Формирование мясной продуктивности молодняка чёрно-пёстрого и помесного скота при использовании разных технологий выращивания // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 3. С. 95-109.

4. Амерханов Х.А., Каюмов Ф.Г. Прошлое, настоящее и будущее специализированного мясного скотоводства // Зоотехния. 2008. № 1. С. 21-24.

5. Герасимов Н.П., Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Основные принципы создания нового внутрипородного типа Уральский герефорд // Аграрный вестник Урала. 2010. № 8(74). С. 51-53.

6. Юберева А.А., Краснова О.А., Старостина О.С. Особенности формирования мясных качеств бычков чёрно-пёстрой породы в СХПК им. Мичурина // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2(31). С. 41-43.

7. Серкова З.Х., Улимбашев М.Б. Влияние способа содержания на рост, развитие и иммунологический статус бычков // Известия Горского государственного аграрного университета. 2016. Т. 53. № 1. С. 44-49.

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

9. Каюмов Ф., Володина В., Давлетьяров М. Эффект гетерозиса – повышение мясной продуктивности помесного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 7. С. 16-17.

10. 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.

11. Показатели экономической эффективности выращивания крупного рогатого скота разного направления продуктивности в условиях Южного Урала / С.И. Мироненко, В.И. Косилов, Д.А. Андриенко, Е.А. Никонова // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 3(86). С. 58-63.

12. Особенности роста симментальских бычков в условиях содержания по технологии мясного скотоводства / С.Д. Тюлебаев, Л.З. Мазуровский, М.Д. Кадышева, В.Г. Литовченко // Зоотехния. 2013. № 5. С. 19-20.

13. Гостева Е.Р., Козлова Н.Н., Улимбашев М.Б. Мясная продуктивность симменталов разного генотипа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 7(153). С. 129-134.

14. Шабунин Л.А., Назарченко О.В. Влияние различных факторов на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы // Главный зоотехник. 2016. № 3. С. 53-61.

15. Кононенко С.И. Актуальные проблемы организации кормления в современных условиях // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 115. С. 951-980.

16. Продуктивные качества молодняка мандолонгской породы / С.В. Карамаев, Х.С. Матару, Х.З. Валитов, А.С. Карамаева // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 1. С. 19-22.

17. Лебедев П.Т., Усович А.Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных. М.: Россельхозиздат, 1976. 389 с.

18. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 256 с.

19. Шевхужев А.Ф., Дубровин А.И., Улимбашева Р.А. Оплата корма и поведенческие реакции бычков, обусловленные технологией их выращивания // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 41. С. 100-104.

20. Кодзокова З.Л., Улимбашев М.Б. Оплата корма и возрастные изменения показателей роста симментальского молодняка при разной технологии выращивания // Проблемы животноводства и кормопроизводства в России: сб. науч. тр. по материалам шестой Всерос. науч.-практ. конф. Тверь, 2015. С. 109-111.

21. Повышение мясной продуктивности и качества мяса скота калмыцкой породы методом вводного скрещивания / Ф.Г. Каюмов, А.В. Кудашева, Н.А. Калашников, Т.М. Сидихов // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 38-44.

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

Улимбашева Радина Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова», 360030, г. Нальчик, пр. Ленина, 1 в, тел.: 8(928)720-26-33, e-mail: ulimbasheva1976@mail.ru

Шевхужев Анатолий Фоадович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник кафедры ветеринарии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия», 369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36, тел.: 8(926)810-20-99, e-mail: shevhuzhevaf@yandex.ru

Смакуев Дагир Рамазанович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия», 369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36

Цурикова Надежда Владимировна, аспирант кафедры ветеринарии и технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия», 369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36, e-mail: nadya-tsurikova@mail.ru

Поступила в редакцию 9 февраля 2018 года

UDC 636.084.1(470.6)

Ulimbasheva Radina Alekseevna[1], Shevkhuzhev Anatoly Foadovich[2], Smakuev Dagir Ramazanovich[2], Tsurikova Nadezhda Vladimirovna[2]

[1] *FSBEI HE «Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov»,*
e-mail: ulimbasheva1976@mail.ru

[2] *FSBEI HE «North Caucasian State Humanitarian and Technological Academy»,*
e-mail: shevhuzhevaf@yandex.ru

Feed efficiency by live weight gain of young Kalmyk and Brown Swiss cattle, grown according to different technologies

Summary. The article is devoted to the analysis of feed consumption, feed efficiency by live weight gain of bulls of beef and mixed productivity, grown during the milking period by hand-drinking and suckling from nurse cow. For this purpose, in the conditions of Dargan LLC, located in the foothill zone of the Kabardino-Balkarian Republic, four groups of bulls were formed: Group I – animals of the Kalmyk breed, II – animals of the same age of the Brown Swiss breed, grown with nurse cows, III group – young Kalmyk animals, IV – animals of the Brown Swiss breed, grown using hand-drinking. The obtained data on feed intake indicate that during the period from birth to 18 months, regardless of the breed, the bulls reared in the suckling period under the nurse cows consumed more energy feed units (by 122-126, P>0.999), which in mainly provided by the consumption of more milk under the cows. They were characterized by higher absolute increases in live weight; the advantage over animals of the same age grown using hand-drinking was 28.3 and 27.7 kg, respectively (P>0.999). As a result, bulls, grown according to the technology of beef cattle breeding were characterized by the best feed efficiency, live weight gain within the entire period of growing and fattening. Their feed costs for the production of 1 kg of live weight were, on average, by 0.18-0.19 energy feed units (P>0.999) and 23.6-27.6 g of the digested protein (P>0.99) lower, than in animals of the same age, kept on hand drinking. The use of some elements of beef production technology adopted in beef cattle breeding in the dairy period allows in further fattening, in contrast to rearing calves using hand-drinking, to increase feed intake, absolute live weight gain, to reduce feed costs per unit of live weight gain of the Kalmyk and Brown Swiss bulls.

Key words: cattle, bulls, Kalmyk breed, Brown Swiss breed, technology of livestock raising, driving-pasture system, feed, feed intake, payment in weight gain.

УДК 636.085:577.17

Влияние коррекции статуса свинца и кадмия, оценённого по химическому составу шерсти, на воспроизводительные качества коров чёрно-пёстрой породы

С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, М.Я. Курилкина
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В ходе проведённого исследования получены результаты, демонстрирующие перспективность изучения состава шерсти при изучении уровня токсической нагрузки на организм и репродуктивную функцию маточного поголовья крупного рогатого скота. Исследования выполнены на полновозрастных коровах чёрно-пёстрой породы. Критерием для отбора животных послужило выявленное превышение установленной нормы (25-75 центиль) по концентрации свинца и кадмия в шерсти с холки. Животные были разделены на две группы: контрольная и опытная. Особи опытной группы в составе рациона получали сорбент тяжёлых металлов в течение 60 суток перед осеменением. Животные контрольной группы получали основной рацион без добавок. Элементный состав шерсти исследовали по 6 химическим элементам (Cd, Pb, Ca, Cu, Zn, Se) методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии. Достоверность различий проверяли при помощи U-критерия Манна-Уитни. К концу экспериментального кормления установлено, что введение в рацион опытных животных сорбента тяжёлых металлов позволило снизить по отношению к моменту постановки на опыт обменный пул свинца в 3,6 раза, кадмия – на 56,1 %. При этом средние значения концентраций кальция повысились на 26,1 %, меди – на 27,9; селена – на 57,3 и цинка – на 13,6 % и для 97 % животных опытной группы вошли в пределы допустимых значений. Изменения в шерсти животных контрольной группы были статистически не достоверны. Оплодотворяемость коров контрольной группы была ниже относительно коров из опытной на 20 %, межотёльный период – выше на 10,9 %; сервис-период – на 21,5 %, по выходу телят опытная группа опережала контроль на 25 %. Сделано заключение, что коррекция обменного пула свинца и кадмия, оценённого по концентрации в шерсти с холки, способствует нормализации минерального обмена в организме и повышает воспроизводительную способность коров.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, чёрно-пёстрая порода, воспроизводительная способность, элементный статус, коррекция, шерсть (волос), свинец, кадмий, сорбент тяжёлых металлов.

Введение.

Ежегодно в мире производят десятки тысяч новых химических соединений, которые контактируют с живыми организмами, вторгаясь в их обменные процессы. Так, например, тяжёлые металлы занимают второе место (после пестицидов) среди главных загрязнителей среды обитания. Их концентрации в биосфере в 30-60 раз превышают фоновый уровень [1]. Длительное воздействие на организм вредных химических веществ даже в предельно допустимых концентрациях, проникновение их во внутреннюю среду приводит к нарушению адаптационных, барьерно-детоксикационных и выделительных систем, что сопровождается накоплением токсических соединений в органах и тканях, а это значительно повышает риск развития нарушений нормальных биохимических процессов и биологических основ жизнедеятельности.

Особенно токсичными среди тяжёлых металлов считаются свинец и кадмий. Доказано, что длительный контакт во время беременности с вредными химическими веществами, даже подпороговых значений, приводит к повреждению фетоплацентарного комплекса и внутриутробно формируются дизадаптивные процессы, которые в дальнейшем реализуются в патологические состояния, напрямую связанные с нарушениями в минеральном обмене [2].

Установлен факт проникновения свинца через плаценту и накопления его в костях, сердце, печени, почках и лёгких плода, что обеспечивает высокий риск уже внутриутробного поражения органов и в дальнейшем – риск развития заболеваний [3].

Исследование различных биосубстратов, взятых у плодов во время беременности по случаю врождённой патологии или мёртворождения, свидетельствует, что в организме матери и плода обнаружены различные ксенобиотики, в том числе высокие концентрации токсичных металлов. Это создаёт прямой риск популяционного нарушения репродуктивного здоровья и угрозу перинатальных потерь [4, 5].

Для оценки уровня химических элементов в организме используют элементный анализ различных биосубстратов, в том числе кровь [6], сыворотку крови [7], мочу [8], слюну [9], ногти [10] и волосы [11].

В связи с тем, что волос (шерсть) является не инвазивным и информативным биологическим материалом [12], его исследования находят всё большее применение в животноводстве при выявлении и коррекции элементозов, оценке биогеохимических провинций и т. д. [13, 14].

В ходе проведённого исследования получены результаты, демонстрирующие перспективность изучения состава шерсти при изучении уровня токсической нагрузки на организм и репродуктивную функцию маточного поголовья крупного рогатого скота.

Цель исследования.

Изучить эффективность коррекции статуса свинца и кадмия, оценённого по химическому составу шерсти, при повышении воспроизводительных способностей коров.

Материалы и методы исследования.

Объект исследований. Коровы чёрно-пёстрой породы возраста 5-6 лет, живая масса – 485±22,3 кг. Молочная продуктивность за период лактации (305 суток) – 6345±19,8 литров.

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

Схема эксперимента. Для реализации предлагаемого способа был проведён эксперимент на базе ООО «Агрофирма Промышленная» Оренбургской области на микропопуляции коров чёрно-пёстрой породы (n=40). Отбор животных для исследований осуществлялся в два этапа.

На первом этапе на основании анализа журналов случек и осеменения коров за три последних года, предшествующих эксперименту, были отобраны особи (n=63) с низкими воспроизводительными качествами. Животные оценивались по продолжительности межотёльного периода, сервис-периода, количеству доз, затрачиваемых на одно плодотворное осеменение, выходу телят и т. д.

Критерием для отбора животных на втором этапе послужило выявленное превышение нормы по концентрации свинца и кадмия в шерсти. Как выяснилось, среди микропопуляции коров с низкими воспроизводительными качествами – 40 голов (63,5 %), выявленные в ходе реализации первого этапа отбора, характеризовались превышением допустимой концентрации свинца и кадмия в шерсти. Исходя из уровня концентрации этих элементов в шерсти, по методу пар-аналогов животные были разделены на две группы: контрольная (n=20) и опытная (n=20). Различие заключалось в том, что особи опытной группы в составе рациона получали сорбент тяжёлых металлов в дозе 45 г на 1 голову в сутки в течение 60 суток перед осеменением. Животные контрольной группы получали основной рацион без добавок.

Сорбент тяжёлых металлов представляет собой целлюлозно-неорганическую композицию, получаемую путём осаждения ферроцианидов железа-калия на целлюлозном носителе [15].

Рацион кормления подопытных животных в двухмесячный период, предшествующий отбору образцов шерсти, состоял из травы злакового разнотравья (тимофеевка луговая, овсяница луговая, костер безостый) и концентрированных кормов (ячмень, пшеница). В потребляемом суточном рационе коров содержалось Ca – 113,4 г, P – 80,5 г, Mg – 25,3 г, K – 109,4 г, S – 33,5 г, Fe – 1382,2 мг, Cu – 149,1 мг, Zn – 1049,4 мг, Co – 10,5 мг, Mn – 1019,2 мг, I – 14,5 мг, Pb – 33,14 мг, Cd – 0,8 мг.

Отбор проб шерсти производился по существующей методике [16] в начале и конце эксперимента.

Значения величин концентрации химических элементов шерсти животных, установленные в ходе эксперимента, сравнивали с центильными интервалами, принятыми за норму (25-75 центиль), полученными ранее при проведении видовых исследований [17, 18].

Элементный состав биосубстратов исследовали по 6 химическим элементам (Ca, Cu, Zn, Se, Cd, Pb) методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии (АЭС-ИСП и МС-ИСП). Выбор данных элементов обусловлен их влиянием на воспроизводительную способность животных [19, 20].

Оборудование и технические средства. Атомно-эмиссионную и масс-спектометрию проводили в Испытательной лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (Registration Certificate of ISO 9001: 2000, Number 4017 – 5.04.06).

Озоление биосубстратов проводили с использованием микроволновой системы разложения MD-2000 (США). Оценка содержания элементов в полученной золе осуществлялась с использованием масс-спектрометра Elan 9000 («Perkin Elmer», США) и атомно-эмиссионного спектрометра Optima 2000 V («Perkin Elmer», США).

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

Результаты исследований.

Результаты анализа шерсти при постановке на опыт показали наличие отклонений выше установленной нормы (25-75 центиль) средних значений концентраций для свинца (в 3,3 раза) и кадмия (на 47,4 %) в шерсти, ниже нормы для кальция на 7,2 %; меди – на 11,4; селена – на 10,4 и цинка – на 5 %.

К концу экспериментального кормления установлено, что введение в рацион опытных животных сорбента тяжёлых металлов позволило снизить по отношению к моменту постановки на опыт обменный пул свинца в 3,6 раза, кадмия – на 56,1 %. При этом средние значения концентраций кальция повысились на 26,1 %, меди – на 27,9; селена – на 57,3 и цинка – на 13,6 % и для 97 % животных опытной группы вошли в пределы допустимых значений (табл. 1).

Таблица 1. **Содержание химических элементов (мкг) в шерсти с холки коров опытной группы (M±SEM)**

Элемент	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Физиологическая норма	
			25 центиль	75 центиль
Эссенциальные и макроэлементы				
Ca	1502,6±36,3	1894,3±39,1***	1625	2998
Cu	4,02±0,25	5,14±0,22**	4,61	6,23
Se	0,178±0,018	0,280±0,028**	0,201	0,781
Zn	89,2±2,12	101,3±2,15**	94,9	124
Токсичные элементы				
Pb	1,41±0,21	0,39±0,18***	-	0,417
Cd	0,057±0,007	0,025±0,006**	-	0,038

Примечание: * – при P<0,05; ** – при P<0,01; *** – при P<0,001

Изменения в шерсти животных контрольной группы были статистически не достоверны и характеризовались как гипоэлементоз (табл. 2), что негативно повлияло на их репродуктивную функцию, о чём свидетельствуют результаты оценки их воспроизводительной способности (табл. 3).

Таблица 2. **Содержание химических элементов (мкг) в шерсти с холки коров контрольной группы (M±SEM)**

Элемент	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Физиологическая норма	
			25 центиль	75 центиль
Эссенциальные и макроэлементы				
Ca	1514,5±35,5	1493,9±37,8	1625	2998
Cu	4,14±0,29	4,01±0,27	4,61	6,23
Se	0,182±0,079	0,169±0,070	0,201	0,781
Zn	91,0±2,12	89,1±2,18	94,9	124
Токсичные элементы				
Pb	1,37±0,82	1,44±0,66	-	0,417
Cd	0,055±0,013	0,058±0,018	-	0,038

Таблица 3. **Воспроизводительные качества коров (M±SEM)**

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Количество голов	20	20
Оплодотворяемость от первой случки: голов	6	10
%	30	50
Оплодотворяемость от второй случки: голов	8	9
%	40	45
Оплодотворяемость от третий случки: голов	1	-
%	5	-
Всего осеменилось: голов	15	19
%	75	95
Не осеменилось, голов	5	1
%	25	5
Продолжительность сервис-периода, сут	86,0±5,8	70,8±4,4*
Продолжительность межотёльного периода, сут	357,7±7,9	322,5±8,5**
Количество спермодоз, затрачиваемых на одно плодотворное осеменение	5,3	3,3
Абортировало коров, голов	1	-
Выход телят, %	70	95

Примечание: * – при P<0,05; ** – при P<0,01; *** – при P<0,001

Так, оплодотворяемость коров контрольной группы была ниже относительно аналогичного показателя для коров опытной на 20 %, межотёльный период у них был выше на 10,9 %; сервис-период – на 21,5 %, по выходу телят опытная группа опережала контроль на 25 %.

Обсуждение полученных результатов.

Зона Южного Урала относится к числу неблагополучных регионов. На её территории имеется большое число биогеохимических провинций. Это обусловлено сложностью геологического строения земной коры и наличием предприятий, выбрасывающих в окружающую среду токсические вещества [21]. Токсические соединения накапливаются в органах и тканях животного, что

значительно повышает риск развития нарушений нормальных биохимических процессов и биологических основ жизнедеятельности [22]. Так, первоначальный анализ полученных данных выявил превышение концентраций в шерсти опытных животных более 75 центиля уровня свинца в 3,3 раза и кадмия – на 47,4 %.

К концу экспериментального кормления установлено, что введение в рацион опытных животных сорбента тяжёлых металлов позволило снизить по отношению к моменту постановки на опыт обменный пул свинца и кадмия и одновременно повысить уровень кальция, меди, селена и цинка, не прибегая к дополнительному их включению в рацион. При этом средние значения концентраций перечисленных элементов в шерсти с холки животных вошли в пределы допустимых значений. Этот факт подтверждает наличие антагонистических связей между токсичными (Pb, Cd) и некоторыми микро- и макроэлементами [23-25].

Выявленное в нашем исследовании повышение воспроизводительных способностей у коров опытной группы, получавшей сорбент тяжёлых металлов в составе рациона, может быть объяснено понижением сорбции свинца и кадмия в организме. Ранее полученные данные свидетельствуют о существовании прямого риска для нарушения репродуктивного здоровья при интоксикации организма тяжёлыми металлами, что создаёт угрозу перинатальных потерь. Независимо от стадии беременности накопление свинца повышает риск преждевременных родов и оказывает пагубное влияние на развитие плода [26]. Токсическое действие тяжёлых металлов в перинатальном периоде определяется их проникновением через плацентарный барьер с последующими тератогенным, эмбриотоксическим, канцерогенным эффектами, нарушением иммунитета и репродукции [27].

Причиной повышения воспроизводительных качеств коров опытной группы, помимо понижения концентрации свинца и кадмия, могло послужить повышение выше 25 центиля обменного пула селена. Увеличение концентрации селена в крови положительно коррелирует с периодом анеструса [28]. Дефицит селена повышает риск появления мертворождённых телят и может быть естественной причиной абортов [29]. Наиболее вероятным механизмом абортивного действия дефицита селена является сердечная недостаточность плода [30]. Коррекция селенового статуса у глубокостельных коров способствует адекватной секреции гормона прогестерона [31] и способствует его послеродовому производству [32].

Выводы.

1. Коррекция обменного пула свинца и кадмия, оценённого по концентрации в шерсти с холки, способствует нормализации минерального обмена в организме и повышает воспроизводительную способность коров.

2. Результаты исследований подтвердили ранее установленные значения предельно допустимых концентраций токсичных элементов в шерсти с холки крупного рогатого скота на уровне 0,417 мкг для свинца и 0,038 мкг – для кадмия.

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 14-16-00060 П)

Литература

1. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Сает, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.

2. Лодягина Н. С., Ливанов Г.А., Малов А.М. Связь содержания тяжёлых металлов в биосредах беременных женщин и исходов беременности в Санкт-Петербурге // Микроэлементы в медицине. 2008. № 9. С. 58-60.

4. Артемьева Е.К., Сетко Н.П., Сапрыкин В.Б. Концентрация микроэлементов в системе «мать-плацента-плод» на территориях с различным уровнем антропогенной нагрузки // Микроэлементы в медицине. 2004. № 5. С. 1-3.

5. Зайцева Н. В., Алексеев В. Б., Кирьянов Д. А. Влияние экологических факторов на формирование перинатальных потерь на промышленно развитых территориях (на примере г. Березники) // Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека: тезисы докл. 1-й Всерос. научн. конф. с междунар. участием. Новосибирск, 2002. С. 78-80.

6. Скальный А.В., Быков А.Т., Лимин Б.В. Диагностика, профилактика и лечение отравлений свинцом. М.: ВЦМК «Зашита», 2002. 52 с.

7. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.

8. Oberleas D., Harland B.F., Bobilya D.J. Minerals: Nutrition and Metabolism. New York: Vantage Press, 1999. 244 p.

9. Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players) / P.J. Horvath, C.K. Eagen, S.D. Ryer-Calvin et al. // Clinical Hemorheology and Microcirculation. 1997. V. 17. № 1. P. 47-58.

10. Distribution of toenail selenium levels in young adult Caucasians and African Americans in the United States: the CARDIA / P. Xun, D. Bujnowski, K. Liu, J.S. Morris, Z. Guo, K. He // Trace Element Study. Environmental Research. 2011. № 111(4). P. 514-519. doi: 10.1016/j.envres.2011.01.016.

11. Evaluation of the use of human hair for biomonitoring the deficiency of essential and exposure to toxic elements / J.L. Rodrigues, B.L. Batista, J.A. Nunes, Carlos J.S. Passos, Jr.F. Barbosa // Science of The Total Environment. 2008. № 405. P. 370-376.

12. 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.

13. Особенности формирования элементного статуса крупного рогатого скота в связи с продуктивностью и принадлежностью к половозрастной группе // С.А. Мирошников, А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Кудашева, А.Г. Зелепухин, А.Х. Заверюха, В.Г. Литовченко // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 94-99.

14. Фролов А.Н., Завьялов О.А., Харламов А.В. Особенности элементного состава шерсти и адаптационные способности тёлок импортной селекции в зависимости от их продуктивности // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 2(94). С. 39-44.

15. [Электронный ресурс]. URL http://www.eksorb.com/publishing/sorbenty-dlya-polucheniya-ekologicheski-chistoy-produktsii/ (дата обращения 04.02.2018).

16. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S. Miroshnikov, A. Kharlamov, O. Zavyalov, A. Frolov, G. Duskaev, I. Bolodurina, O. Arapova // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. Т. 14. № 9. С. 632-636.

17. The reference intervals of hair trace element content in hereford cows and heifers (Bos taurus) / S.A. Miroshnikov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, A.V. Skalny, V.V. Kalashnikov, A.R. Grabeklis, A.A. Tinkov // Biological Trace Element Research. 2017. Т. 180. № 1. С. 56-62.

18. Центильные величины состава шерсти и выявление элементозов крупного рогатого скота / С.А. Мирошников, Г.К. Дускаев, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, М.Я. Курилкина, А.С. Ушаков // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 2. С. 59-62.

19. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. М.: Медицины. 1991. 496 с.

20. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: МИР, 2004. 272 с.

21. Грибовский Г.П. Никелевые провинции Урала // Материалы научной и методической конференции, посвящённой 60-летию ТВИ. Троицк, 1990. С. 61-62.

22. Wani A.L., Ara A., Usmani J.A. Lead toxicity: a review // Interdisciplinary Toxicology. 2015. Jun. № 8(2). P. 55-64. doi: 10.1515/intox-2015-0009.

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

24. Frieden E. A survey of the essential biochemical elements // Bio-chemimistri of the essential ultrace elements New York. London: Plenum Press, 1984. P. 1-16.

25. Элементный состав шерсти как модель для изучения межэлементных взаимодействий в организме молочного скота / С.А. Мирошников, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, А.В. Харламов, Г.К. Дускаев, М.Я. Курилкина // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 96-103.

26. Свинец в системе «мать-новорождённый» как индикатор опасности химической нагрузки в регионах экологического неблагополучия / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Я.С. Морозова и др. // Гигиена и санитария. 2002. № 4. С. 45-46.

27. Связь содержания тяжёлых металлов в биосредах беременных женщин и исходов беременности в Санкт-Петербурге / Н.С. Лодягина, Г.А. Ливанов, А.М. Малов и др. // Микроэлементы в клинической медицине. 2008. Т. 9. № 12. С. 58.

28. Birth outcome measures and maternal exposure to heavy metals (lead, cadmium and mercury) in Saudi Arabian population / I. AlSaleh, N. Shinwari, A. Mashhour, A. Rabah // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2014. Vol. 217. № 23. P. 205-218.

29. Kommisrud E., Osterås O., Vatn T. Blood selenium associated with health and fertility in Norwegian dairy herds // Acta Veterinaria Scandinavica. 2005. № 46. P. 229-240. doi: 10.1186/1751-0147-46-229.

30. Underwood E.J., Suttle N.F. The Mineral Nutrition of Livestock // CABI Publishing; Wallingford. 2004. № 15. P. 421-475.

31. Effects of selenium supplementation on plasma progesterone concentrations in pregnant heifers / H. Kamada, I. Nonaka, N. Takenouchi, M. Amari // Animal Science Journal. 2014. № 85. P. 241-246. doi: 10.1111/asj.12139.

32. Kamada H. Effects of selenium-rich yeast supplementation on the plasma progesterone levels of postpartum dairy cows // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. № 30. С. 347-354. doi: 10.5713/ajas.16.0372.

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 «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 ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: k_marina4@mail.ru

Поступила в редакцию 26 февраля 2018 года

UDC 636.085:577.17

Miroshnikov Sergey Aleksandrovich, Zavyalov Oleg Aleksandrovich, Frolov Alexey Nikolaevich, Kurilkina Marina Yakovlevna

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

Effect of correction of lead and cadmium status, evaluated according to the chemical composition of wool on reproductive qualities of Black Spotted cows

Summary. During the study, we obtained results demonstrating the prospects of studying the composition of wool when the study of level of current load on body and reproductive function of the breeding stock of cattle. The studies were performed on full-age cows of Black Spotted breed. The criterion for the selection of animals was the detected excess of the established standard (25-75 centile) for the concentration of lead and cadmium in wool from withers. Animals were divided into two groups: control and experimental. Animals of the experimental group received sorbent of heavy metals in diet witnin 60 days before insemination. Animals of the control group received the basic diet without additives. The elemental composition of wool was examined according to 6 chemical elements (Cd, Pb, Ca, Cu, Zn, Se) by atomic emission and mass spectrometry methods. The reliability of differences was verified using Mann-Whitney U-test. By the end of experimental feeding, it was found that the introduction of heavy metals sorbent into the diet of experimental animals made it possible to reduce the exchange pool of lead 3.6 times, cadmium – by 56.1 % comparing to the time of before the experiment. The average values of calcium concentrations increased by 26.1 %, copper – by 27.9 %; selenium – by 57.3 and zinc – by 13.6 %, and for 97 % of the animals in the experimental group, the limits of admissible values were included. Changes in wool of animals of the control group were not statistically significant. The rate of impregnation capacity of cows in the control group was lower by 20 % relative to the experimental cows, intercalving period was higher by 10.9 %; service period – by 21.5 %, and according to the output of calves, the experimental group advanced over the control by 25 %. It was concluded that correction of the exchange pool of lead and cadmium, estimated by concentration in wool from withers, promotes the normalization of mineral metabolism in body and enhances the reproductive capacity of cows.

Key words: cattle, Black Spotted breed, reproductive ability, elemental status, correction, wool (hair), lead, cadmium, heavy metal sorbent.

УДК 636.23:13:636.082.12

Стрессоустойчивость как фактор биоресурсного потенциала симментальских и голштин×симментальских коров

Г.И. Бельков, В.А. Панин

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

Аннотация. В статье представлены некоторые показатели стрессоустойчивости симментальских и голштин×симментальских коров как факторы их биоресурсного потенциала. Использование полученных результатов в селекции позволяет создать высокопродуктивные, отличающиеся повышенной стрессоустойчивостью генотитипы животных. Объективно рассматриваются результаты изучения фактора стрессоустойчивости к определённым воздействиям в аспекте отдельных биологических показателей симментальских и голштин×симментальских коров в климатических условиях Оренбургской области. В результате скрещивания симментальских коров с быками голштинской породы у помесного потомства в первом поколении отмечено повышение устойчивости к стрессовым ситуациям при соизмерении с чистопородными ровесницами.

Показатель интенсивности процесса молоковыделения достаточно полно характеризуют коэффициенты времени и скорости доения. У помесей напряжённость молокоотдачи – более высокая в сравнении с чистопородными коровами. Коэффициент времени доения помесей – ниже в сравнении с симменталами. Коэффициент скорости доения также у помесных коров – выше, у симменталов – ниже. При всём том коэффициенты скорости и времени доения не отражают тип нервной деятельности и устойчивость особи к возникновению стрессовой ситуации.

В следствии чего для характеристики стрессоустойчивости коров высчитывали коэффициент торможения. Высчитанный коэффициент торможения помесных коров оказался меньше в сравнении с чистопородными симментальскими ровесницами.

Тип нервной системы подопытных животных оценивали способом оценки типа стрессоустойчивости коровы, включающем выстраивание кривой динамики молокоотдачи.

Исследования и наблюдения за животными проводили на пастбище и в помещении. Были изучены показатели стрессоустойчивости, являющиеся фактором биоресурсного потенциала чистопородных и помесных коров. Получены данные о характере наследования голштин×симментальскими помесями хозяйственно-полезных признаков, в частности стрессоустойчивости исходных пород, играющей важную роль в степени реализации генетического потенциала. Рассмотрение типов стрессоустойчивости симментальских и помесных коров, выявило преимущество помесных коров над чистопородными.

Ключевые слова: генотип, генофонд, биоресурсный потенциал, голштинская, симментальская, голштин×симментальская, стрессоустойчивость.

Введение.

В повышении эффективности агропромышленного комплекса России важное место отводится интенсификации производства, основанной на новейших научных достижениях, новых технологических решениях, обеспечивающих высокую продуктивность, конкурентоспособность и экологичность полученной продукции. Одним из главных условий повышения продуктивности в животноводстве является генетический прогресс. Генетические ресурсы становятся стратегической базой для решения вопросов продовольственной безопасности стран практически всех континентов мира не только на ближайшее, но и отдалённое будущее. Проблема поиска, изучения, сохранения и использования генетических ресурсов стала предметом обсуждения на научной сессии Общего собрания членов РАН в октябре 2016 года. На ней были продемонстрированы результаты фундаментальных исследований, составляющих научную основу создания новых конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород, типов и кроссов животных и

птицы с целью обеспечения населения качественными продуктами питания. При этом большое внимание уделяется созданию животных и культурных растений, обладающих повышенной устойчивостью к стресс-факторам окружающей среды [1, 2].

При анализе результатов реализации «Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» за 2016 год обращает на себя внимание нестабильность объёмов производства молока и мяса, особенно говядины. Во многом ситуация с молочной продукцией объясняется снижением срока так называемого продуктивного долголетия коров [3].

В молочном скотоводстве нашей страны в целях совершенствования племенных и продуктивных качеств скота всё шире стало применяться межпородное скрещивание с использованием отечественных и зарубежных генетических ресурсов. В Оренбургской области, где наибольшее распространение получила симментальская порода скота, чаще всего в качестве улучшающей породы используют голштинскую красно-пёстрой масти. При совершенствовании симментальского скота особую актуальность приобретает вопрос оценки производителей по морфологическим признакам и функциональным свойствам вымени их дочерей. На протяжении многих лет эти признаки в селекции не учитывались, также как и селекция на маститоустойчивость, хотя наследуемость её составляет 10-15 %.

Актуальность данного способа совершенствования скота определена отсутствием на момент начала наших исследований достаточных знаний о механизмах и функциональных особенностях проявления биоресурсного потенциала отечественных коров симментальской породы и помесей, полученных в результате скрещивания с голштинскими быками в условиях Южного Урала.

Это явилось основанием для постановки целей и формирования задач для изучения показателей стрессоустойчивости коров. Результаты проведённых исследований позволили дать объективную оценку симментальских и помесных голштин×симментальских коров, а также обосновать наиболее информативные показатели, отражающие функциональное состояние организма в условиях резко континентального климата Оренбургской области.

Средний срок использования коров в промышленных комплексах составляет 1,7 лактации. При этом чем выше продуктивность, тем короче этот срок [4].

Выявление особей, сочетающих высокую продуктивность и стрессоустойчивость, позволяет повысить эффективность подбора родительских пар для скрещивания. Стоит отметить, что следствием слабой изученности адаптивных свойств, стресс-реактивности, жизнестойкости организма животных являются несовершенство существующих методик, а также их дороговизна и трудоёмкость. Часто встречается обратная корреляция между устойчивостью особи к неблагоприятным условиям внешней среды и высокой продуктивностью, поскольку реализация высоких продуктивных качеств сопровождается значительным напряжением жизненных функций организма.

В подавляющем большинстве исследований констатируется, что в оптимальных условиях внешней среды помесные животные в сравнении с чистопородными отличаются повышенной резистентностью и продуктивностью [5-26].

Цель исследования.

Разработка путей повышения показателей стрессоустойчивости коров за счёт рационального использования отечественных и мировых генетических ресурсов. Комплексно изучить показатели стрессоустойчивости коров как биологические признаки молочной продуктивности особей симментальской породы и их помесей с голштинской породой в природно-климатических условиях Южного Урала, предложить производству методы, способствующие максимальному проявлению генетически обусловленной продуктивности особи.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Чистопородные коровы симментальской породы и помеси первого поколения с голштинской породой, находящиеся в одинаковых условиях кормления и содержания.

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 проведена в ФГУП «Советская Россия» Адамовского района Оренбургской области. При проведении опыта осуществлена бонитировка шестидесяти коров. Из подобранных особей соответствующего генотипа по принципу аналогов сформированы две группы – симментальской породы и голштин×симментальских помесей по 18 голов в каждой. В процессе комплектования вёлся учёт возраста, живой массы, продуктивности матерей и породность. Коров первой группы осеменили семенем двух быков симментальской породы, второй – семенем голштинских быков. По мере отёла в обеих группах осуществлялся контроль роста и развития новорождённого молодняка и молочность матерей. В процессе исследования технологии ухода, содержания и кормления коров соответствовали условиям, традиционным для данной зоны и хозяйства. Для контроля за потреблением кормов животными по группам проводили учёт фактически съеденных кормов.

Набор кормов в подопытных группах и во всём стаде был одинаковым. Кормление коров нормировалось в соответствии с продуктивностью и учётом поедаемости. Силос, сено и солома оставались в кормушках в небольшом количестве, а концентраты поедались полностью.

В стойловый период коровы содержались в типовых кирпичных коровниках на привязи. Помещения оборудованы линейной механической дойкой, чашечными автопоилками и навозными транспортёрами.

Для прогулок коров использовались примыкающие к помещениям выгульные дворы. В процессе опыта рационы корректировались с учётом продуктивности и периода лактации. Рацион подопытных коров в зимний период представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Рацион подопытных коров в зимний период**

Корма и компоненты	**Группа, генотип**	
	симментальская	**голштин×симментальская**
Сено разнотравное, кг	3,50	3,50
Сенаж из смеси овса, ячменя и вики, кг	4,11	4,11
Силос кукурузный, кг	20,00	23,40
Солома пшеничная, кг	2,00	2,00
Дерть зерновая из ячменя, овса, пшеницы, кг	3,12	3,51
Соль поваренная, г	69,00	69,00
Кормовые единицы	10,23	11,31
Обменная энергия, МДж	122,00	135,00
Сырой протеин, г	1480,00	1708,00
Переваримый протеин, г	975,00	1085,00
Сырая клетчатка, г	4065,00	4327,00
Крахмал, г	1140,00	1290,00
Сахар, г	758,00	634,00
Сырой жир, г	298,00	335,00
Кальций, г	58,00	63,00
Фосфор, г	41,00	48,00
Каротин, мг	364,00	418,00
Железо, г	364,00	418,00
Свинец, мг	42,20	44,10
Медь, мг	16,1	16,2
Цинк, мг	8,30	8,00
Кобальт, мг	1,10	1,10
Ртуть, мг	1,61	1,61

На долю грубых и сочных кормов в структуре рациона по питательности у симментальских коров приходилось 48 %, пастбищной травы – 31,1 %, концентрированных кормов – 20,9 %, у голштин×симментальских помесей эти показатели равны соответственно 49 %, 29 и 22 %.

На изменение уровня кормления помесные голштин×симментальские коровы более заметно реагировали повышением или снижением удоев, что ещё раз подтверждает высокую способность животных голштинской породы эффективно трансформировать корма в молочную продукцию. Голштин×симментальские первотёлки более эффективно использовали корма, затрачивая на 1 кг молока базисной жирности на 0,14 кормовых единиц или на 11 % меньше, чем симментальские животные.

В связи с тем, что в течение опыта подопытные животные находились в идентичных условиях кормления и содержания можно констатировать, что выявленные отличия показателей молочной продуктивности и стрессоустойчивости – следствие влияния генотипа.

В период пастбищного содержания, который продолжается с мая по октябрь, коровы находились на отгонных пастбищах, на которых оборудовались загоны с механической дойкой, пункт искусственного осеменения коров, водопойный объект, вагончик для обслуживающего персонала, складские помещения для хранения концентрированных и минеральных кормов.

В качестве количественного показателя типа стрессоустойчивости молочных коров применяется коэффициент синхронности молокоотдачи четвертей вымени, определяемый как отношение максимальной разности количества молока, получаемого в течение одного цикла использования доильного аппарата из отдельной доли вымени, подсчитываемой как площадь фигуры, составленной по кривым линиям динамики молоковыведения, относительно разового удоя.

В процессе проведения оценки стрессоустойчивости определяют удой, длительность доения долей вымени, объём молока по минутам доения, интенсивность молоковыведения. Изучение проводится в течение 1-2-го месяца после отёла. Животные подвергаются полноценной преддоильной подготовке. При этом пригодными к машинному доению являются коровы с разностью во времени доения четвертей вымени, не превосходящей 15 %. При условии, если время между завершением доения первой и последней четвертей вымени превосходит две минуты, корова считается не пригодной для машинного доения.

Оборудование и технические средства. Использовали основные документы зоотехнического и племенного учёта, журналы взвешивания, книги учёта молочной продуктивности коров, отчёты по надоям. Для изучения молочной продуктивности и стрессоустойчивости коров использовали зафиксированную информацию в компьютерной базе офисного программного комплекса Microsoft Office» («Microsoft», США).

Весовой учёт выполняли на электронных весах ВСП4-1000-ЖСО и на механических весах ВТ-8908-1000-СХЖ (Россия). Измерительные инструменты – мерная палка Лидтина, циркуль Вилькенса, мерная лента, секундомер, часы электронные с таймером, часы-будильник механические, счётчик молока крыльчатый ОХТА с антимагнитной защитой. Исследования выполнялись в условиях лаборатории Оренбургского НИИСХ, в межкафедральной комплексной аналитической лаборатории ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» с использованием их оборудования.

С целью оценки показателей питательности корма, химического состава и др. проводился зоотехнический анализ кормов в соответствии с общепринятыми методиками в комплексно-аналитической лаборатории Оренбургского НИИСХ.

Статистическая обработка. При статистической обработке экспериментальных данных использовали биометрические методы, с целью оценки статистической значимости разницы среди групп применили параметрический критерий Стьюдента с применением офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

При проведении эксперимента использовались обычные элементы технологии машинного доения коров. Для воздействия, вызывающего торможение рефлекса молокоотдачи, использован способ преддоильной подготовки и доения экспериментатором «другим оператором». Преддоильная подготовка включала обмывание вымени тёплой водой и интенсивный массаж основания, а также поверхности вымени на протяжении 45 сек. Доильные стаканы использовались по мере окончания подготовки. Моментом начала доения определялся момент использования второго стакана, окончанием – падение интенсивности молоковыделения до 200 г/мин.

Для того чтобы дать характеристику изменения рефлекса молокоотдачи, вызываемого тормозным воздействием, употребляли дополнительно такие показатели, как латентный период рефлекса молокоотдачи, выдоенность за первую и третью минуты доения. Применяя полученные данные, высчитывали коэффициенты скорости и времени доения, а также коэффициент торможения. На рисунке 1 изображены некоторые показатели стрессоустойчивости коров, характеризующие пригодность исследуемых особей к условиям машинного доения. Голштин×симментальские коровы быстрее прореагировали на фактор доения, латентный период у них на 5,41 % меньше в сравнении с чистопородными особями. Помесные коровы интенсивнее выделяли молоко: в течение первой минуты доения – на 1,82 кг (P>0,95), в течение трёх минут – на 3,31 кг (P>0,99) в сравнении с чистопородными.

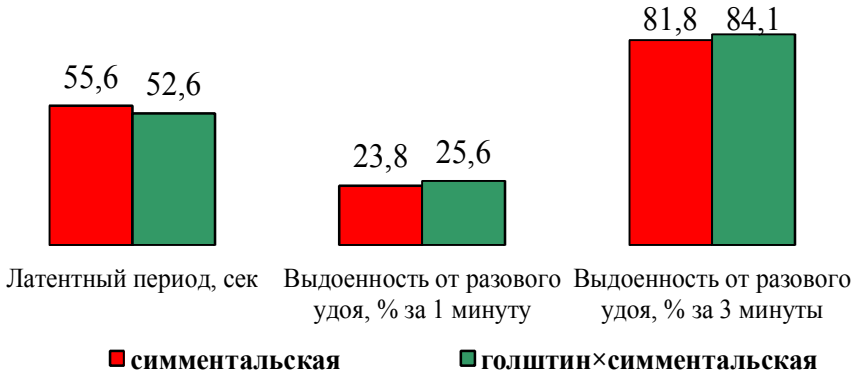


Рис. 1 – Некоторые показатели стрессоустойчивости коров

Степень интенсивности процесса молоковыделения довольно полно характеризуют коэффициенты времени и скорости доения (рис. 2). У помесей напряжённость молокоотдачи – более высокая в сравнении с чистопородными коровами. Коэффициент времени доения помесных особей на 4,9 % ниже в сравнении с симменталами. Коэффициент скорости доения у отдельных помесных коров доходил до 0,39, у симменталов – 0,36. Однако коэффициенты скорости и времени доения не отражают тип нервной деятельности и устойчивость особей к возникновению стрессовой ситуации.

Исходя из этого, для характеристики стрессоустойчивости коров высчитывали коэффициент торможения, представляющий сумму экспериментов с безусловно рефлекторным торможением, резким искривлением динамики молоковыделения и торможением степени полноты выдаивания, делённую на три. Высчитанный коэффициент торможения помесных коров оказался меньше на 2,1 % в сравнении с чистопородными симментальскими ровесницами.

Коров различных генотипов по всем учитываемым признакам причисляли к одному из трёх типов стрессоустойчивости. К первому типу причисляли коров, имевших торможение молокоотдачи не более чем в 33 % от совместного числа доек, при этом безусловно рефлекторное торможение выявлено у них менее чем в 20 % доек. Заметного изменения кривых динамики молоковыделения не зафиксировано. Второму типу средней стрессоустойчивости соответствовали коровы, имевшие

торможение молокоотдачи менее чем в 33 % доек, из которых безусловно-рефлекторное торможение и заметное изменение динамики молоковыделения зафиксировано менее чем в 33 % доек. Третьему типу низкой стрессоустойчивости относились оставшиеся коровы, не соответствующие запросам двух первых типов.

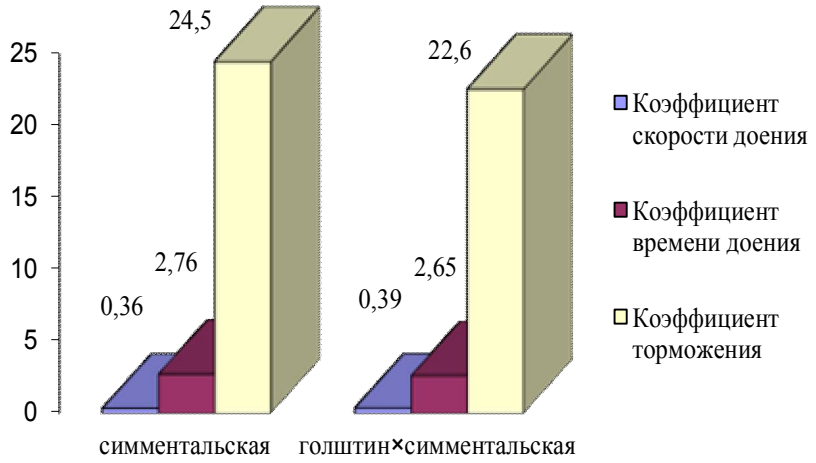


Рис. 2 – Коэффициенты, характеризующие стрессоустойчивость коров

Подопытные животные разных типов стрессоустойчивости распределились следующим образом: первому типу соответствует 36,12 % помесных и 32,21 % симментальских сверстниц, второму соответственно – 56,63 и 53,73 %, третьему – 7,53 и 14,02 %.

Из помесных животных к первому типу стрессоустойчивости отнесено на 11,81 %, ко второму – на 5,42 % больше, чем у чистопородных.

Следовательно, голштин×симментальские помеси в сравнении с симментальскими располагали более постоянным к воздействию стресса типом нервной деятельности.

Обсуждение полученных результатов.

Обнаружено, что стрессоустойчивость является существенным фактором биоресурсного потенциала симментальских и голштин×симментальских коров. Помесные животные отличались повышенной стрессоустойчивостью в сравнении с чистокровными. Данный показатель имеет немаловажное значение в условиях современной технологии содержания молочного скота. Проведённые наблюдения свидетельствуют о том, что оба изучаемых генотипа являются высоко адоптированными к условиям машинного доения. Выполненный нами сравнительный анализ полученных результатов с имеющимися данными других авторов показал, что на животных исследуемых генотипов в условия резко континентального климата Южного Урала экспериментов не проводилось. Результаты опытов других авторов [13, 16, 17, 21-24, 25, 26], полученные с использованием разных пород и породных сочетаний (за исключением симментальской и голштин×симментальской), имеют большое научное и практическое значение, но применительно к указанным генотипам дать сравнительный анализ полученных результатов не представляется возможным.

Выводы.

Помимо того, что помесные животные унаследуют высокую молочную продуктивность, форму вымени, морфофункциональные свойства, особенно скорость молокоотдачи, присущие улучшающей голштинской породе, они имеют более уравновешенный и устойчивый к стрессовым воздействиям тип нервной деятельности. По некоторым показателям стрессоустойчивости они уступают чистопородным симментальским сверстницам, но в целом значения этих показателей находятся в пределах физиологической нормы.

Голштин×симментальские коровы отличаются относительно уравновешенным типом нервной системы и повышенной устойчивостью к стрессу при машинном доении. Это удостоверяют показатели коэффициентов скорости, времени и торможения доения. Помесные особи располагают более устойчивым к воздействию стресса типом нервной деятельности. К I типу устойчивости отнесено 36,12 % помесных голштин×симментальских животных, против 32,21 % – у чистопородных симментальских.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0016)

Литература

1. Фортов В.Е. Генетические ресурсы растений, животных и микроорганизмов на службе человечества. М., 2016. С. 1-5.

2. Ушачев И.Г. Импортозамещение в агропромышленном комплексе России: тенденции, проблемы, пути развития // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 1. С. 2-10.

3. Донник И.М., Шкуратова И.А. Молекулярно-генетические и иммунно-биохимические маркеры оценки здоровья сельскохозяйственных животных // Вестник Российской академии наук. 2017. № 4. С. 362-366.

4. Стрекозов Н.И., Чинаров В.И., Чинаров А.В. Стратегические направления развития отрасли молочного скотоводства // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 4. С. 11-14.

5. Бельков Г.И., Панин В.А., Наумов М.К. Методическое пособие по созданию породной группы помесных животных симментальского и красного степного скота, полученного путём скрещивания с голштинской породой. Оренбург: «Агентство «ПРЕССА», 2014. 61 с.

6. 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.

7. Бельков Г.И., Панин В.А. Повышение генетического потенциала продуктивности симментальского и красного степного скота путём скрещивания с голштинской породой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4. С. 101-104.

8. Бельков Г.И., Панин В.А. Совершенствование процесса производства молока и мяса в современных условиях хозяйствования путём рационального использования породных ресурсов лучших зарубежных и отечественных пород крупного рогатого скота: монография. Оренбург: «Агентство «ПРЕССА». 2014. 187 с.

9. Бельков Г.И., Панин В.А. Хозяйственно-биологические особенности животных симментальской и красной степной пород и их помесей с голштинами на Южном Урале // Разработка и освоение инноваций в животноводстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. чл.-корр. РАН В.И. Левахина. Оренбург, 24-25 октября 2013. Оренбург, 2013. С. 37-39.

10. Эффективность производства говядины при различных технологиях доращивания и откорма / А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, М.Я. Курилкина, В.Л. Королёв // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 93-99.

11. Эффективность системы «корова-телёнок» при различных технологиях пастбищного содержания мясного скота / А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, М.Я.Курилкина // Современные проблемы животноводства в условиях инновационного развития отрасли: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 23.03.2017 г. Курган, 2017. С. 265-270.

12. Синтез энергетических соединений в преджелудках бычков казахской белоголовой породы в связи с различным уровнем полиненасыщенных жирных кислот в летних рационах / И.А. Рахимжанова, В.Н. Никулин, С.А. Мирошников, Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(63). С. 197-201.

13. Джуламанов К.М., Герасимов Н.П. Селекционно-генетическая оценка племенных качеств маточного поголовья герефордской породы разных генотипов // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 4(78). С. 37-41.

14. Джуламанов К., Дубовскова М. Приёмы и методы совершенствования скота герефордской породы // Молочное и мясное скотоводство. 2000. № 5. С. 39-43.

15. Джуламанов К., Зайнуллин М., Бозымов К. Племенные и продуктивные качества казахского белоголового скота // Молочное и мясное скотоводство. 2001. № 3. С. 14-16.

16. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Важное звено селекционного прогресса в мясном скотоводстве // Наше племенное дело. 2001. № 5-6. С. 10-11.

17. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Приёмы совершенствования герефордского скота // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 6. С. 31-34.

18. Джуламанов К.М., Бельков Г.И. Оценка мясной продуктивности животных герефордской породы разных типов телосложения // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2002. № 6. С. 36-39.

19. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Экологическая адаптивность и иммунологические маркеры в племенной работе // Зоотехния. 2003. № 7. С. 9-10.

20. Джуламанов К.М. Экстерьерные особенности скота герефордской породы // Зоотехния. 2005. № 11. С. 6-8.

21. Джуламанов К.М., Дубовскова М.П. Совершенствование генеалогической структуры скота герефордской породы – основа перспективного внутрипородного типа // Вестник мясного скотоводства. 2006. Вып. 59. Т. I. С. 72-75.

22. Джуламанов К.М. Влияние отдельных факторов внешней среды на весовой рост бычков казахской белоголовой породы // Вестник мясного скотоводства. 2006. Вып. 59. Т. I. С. 76-79.

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

24. Джуламанов К.М. Генотипические особенности роста и развития бычков герефордской породы скота // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 64-69.

25. Джуламанов К.М., Каюмов Ф.Г., Кудашева А.В. Достижения института по совершенствованию крупного рогатого скота мясных пород // Вестник мясного скотоводства. 2007. Вып. 60. Т. I. С. 69-74.

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

Бельков Григорий Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, научный руководитель ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-05-20, 71-05-50, e-mail: orniish@mail.ru

Панин Виктор Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник с исполнением обязанностей по управлению отделом животноводства ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, Оренбург, пр. Гагарина, 27/1, тел.: 8(3532)71-07-81, 71-08-81, e-mail: oniish@yandex.ru

Поступила в редакцию 15 января 2018 года

UDC 636.23:13:636.082.12

Belkov Grigoriy Ivanovich, Panin Viktor Alexeevich

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

Stress-resistance as a factor in bio resource potential of Simmental and Holstein×Simmental cows

Summary. The article presents some indicators of stress resistance of Simmental and Holstein Simmental cows as factors of their bioresource potential. The use of the obtained results in breeding allows us to create highly productive genotypes of animals that are more stress-resistant. The study results of a stress-resistance factor with certain effects in the aspect of individual biological indices of Simmental and Holstein×Simmental cows in the climatic conditions of Orenburg region are considered objectively. As result of crossing Simmental cows and Holstein bulls, the first generation of crossbreed progeny had an increase in resistance to stressful situations in comparison with purebred cows of the same age.

The indicator of milking intensity process characterizes quite fully the coefficients of milking time and speed. Crossbred animals had higher milk flow comparing to purebred cows. The coefficient of milking speed of crosses is higher in comparison with the Simmentals. The rate of milking is also higher for the crossbred cows, for Simmentals is lower. With all this, the coefficients of speed and milking time do not reflect the type of nervous activity and the resistance of animal to the occurrence of a stressful situation.

Consequently, the coefficient of inhibition was calculated to characterize the stress resistance of cows. The calculated coefficient of inhibition of crossbred cows was smaller in comparison with the purebred Simmental animals.

The type of the nervous system of the experimental animals was evaluated by a method of assessing the type of stress resistance of cow, including the alignment of the curve of the dynamics of milk yield.

Studies and observations over animals were conducted on pasture and indoors. The indicators of stress stability, which are a factor of the bioresource potential of purebred and cross-bred cows, were studied. Data on the character of the Holstein×Simmental inheritance of economically useful traits, in particular stress resistance of original breeds were obtained, it plays an important role in the degree of genetic potential realization. Examination of types of stress-resistance of the Simmental and crossbred cows revealed the advantage of crossbred cows over purebred cows.

Key words: genotype, gene pool, bioresource potential, Holstein, Simmental, Holstein×Simmental, stress-resistance.

УДК 636.088.31.:636.085

Продуктивность и химический состав молока подсосных мясных коров при скармливании различных уровней ненасыщенных жирных кислот в рационе

И.А. Рахимжанова[1], Н.М. Ширнина[2], Б.Х. Галиев[2], Х.Б. Дусаева[3]

[1] *ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет»*

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

[3] *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»*

Аннотация. Совершенствование норм питания крупного рогатого скота с целью повышения продуктивных его качеств в настоящее время является приоритетным направлением для учёных.

Существует ряд ненасыщенных жирных кислот (линолевая, линоленовая, арахидоновая и др.), которые не синтезируются в организме животного, но участвуют в обменных процессах и поэтому должны поступать в оптимальном количестве с кормом. Также благодаря хорошим вкусовым качествам этих добавок повышается поедаемость кормов рациона.

Итоги эксперимента на коровах подсосного периода с целью выявления оптимального уровня ненасыщенных жирных кислот показали положительные результаты использования растительной кормовой добавки на молочную продуктивность и химический состав молока.

Проведённые исследования на маточном поголовье мясного скота подсосного периода с целью улучшения норм жирового питания, с учётом качественных характеристик сырого жира по кислотному составу позволили несколько скорректировать содержание этого питательного вещества в рационе.

Было установлено, что наиболее оптимальным содержанием ненасыщенных жирных кислот в рационе коров в период содержания телят под матерями является 317,6 г или 2,3 %, что составило 562,2 г сырого жира соответственно от сухого вещества, при этом была наиболее высокая молочная продуктивность коров и благоприятный для организма телят состав молока.

Ключевые слова: подсосные коровы, рацион, ненасыщенные жирные кислоты, молочная продуктивность, химический состав молока.

Введение.

Основным мерилом, характеризующим полноценность питания маточного поголовья, является молочная продуктивность, повышение которой зависит от организации кормления.

Известно, что для жвачных животных углеводы, поступающие с кормом рациона, являются основным источником энергии [1-5].

Перед отёлом и сразу после него маточному поголовью крупного рогатого скота для повышения концентрации энергии в сухом веществе рациона необходимо включать в рационы энергетические добавки, считает ряд учёных [6].

Для хозяйств, занимающихся мясным скотоводством, при выращивании телят в подсосный период актуальное значение приобретает использование высокоэнергетических кормовых добавок. При этом в составе рационов коров может быть употребление побочных продуктов, которые остаются в пищевом производстве, например, масел растительного происхождения. В большинстве своём это – высокоэнергетические растительные добавки к рациону животных, которые содержат к тому же по сравнению с жирами животного происхождения большее количество ненасыщенных жирных кислот.

Многие авторы научных публикаций сходятся в том, что в настоящее время отходы вторичного сырья пищевой индустрии, которые в своём большинстве пригодны по своим питательным свойствам для кормовых целей животноводства, многократно превосходят объёмы производимых специально фуражных компонентов [7-11].

Согласно имеющимся нормам питания, принятым в нашей стране [4], для сбалансированного кормления животных необходимо контролировать их обеспеченность жирами. Жир является практически основным источником энергии, входит в состав клеточной протоплазмы, воздействует на многие обменные процессы, на здоровье и продуктивные качества крупного рогатого скота.

Кроме этого, влияет на воспроизводительную способность и сохранность приплода маточного поголовья.

Также, как указывают многие отечественные учёные, в состав жира кормов входят жирорастворимые витамины А, Д, Е и К [12, 13].

Учитывая важность этого питательного компонента корма в организме животного, он должен поступать с кормами рациона в достаточном количестве.

В рационах сельскохозяйственных животных распространённой жировой добавкой является фуз – отход при производстве растительного масла, в составе которого в результате отстоя содержится от 60 до 70 % подсолнечного масла. Если же при этом используется технология фильтропрессования, то остаётся от 40 до 50 % масла, а при очистке водой – от 25 до 30 %.

Жирнокислотный состав состоит из 20 % насыщенных (стеариновая – 5-6 %, пальмитиновая – 10-12 %) и 80 % ненасыщенных жирных кислот (олеиновая – 26-28 %, линолевая – 48-50 %) [14].

Возможностью решения проблемы энергетического и липидного питания мясного скота может быть использование добавок растительного генезиса или отходов маслоэкстракционной промышленности.

Исследований с учётом качественных характеристик кислотного состава жира, в частности по установлению оптимального содержания ненасыщенных жирных кислот (НЖК) в рационах маточного поголовья мясного скота, не проводилось.

В связи с этим улучшение норм кормления маточного поголовья мясного скота по такому важному показателю, как жир с учётом его качественных характеристик по ненасыщенным жирным кислотам является актуальной задачей, имея при этом научное и практическое значение.

Цель исследования.

Испытание рационов с различным уровнем ненасыщенных жирных кислот для установления оптимального их содержания в рационах подсосных коров и их действие на химический состав молока и молочную продуктивность.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Рационы с различным содержанием ненасыщенных жирных кислот.

Схема эксперимента. Проведён научно-хозяйственный опыт по испытанию кормовых рационов с различным уровнем ненасыщенных жирных кислот, где было изучено влияние этого показателя на продуктивность и химический состав молока мясных коров во время подсосного периода. Исследования проводились в период 2005-2016 гг. в СПК «Родина» Сакмарского района Оренбургской области.

Для проведения исследований были отобраны 40 коров каргалинского типа, которых распределили на четыре группы – контрольная и три опытных (I, II, III) по 10 голов в каждой.

Животные содержались в помещении беспривязно и свободно могли выходить на выгульный двор.

Уровень питания во всех сравниваемых группах коров был одинаковым. Разница заключалась лишь в том, что животные контрольного варианта получали основной рацион (ОР), в котором содержалось 1,2 % ненасыщенных жирных кислот, опытные группы: I – 1,9 %, II – 2,3 и III – 2,7 % НЖК от сухого вещества рациона (СВ).

Схема исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1. **Схема эксперимента (основной период опыта)**

Группа	Количество коров, гол.	Особенности кормления
Контрольная	10	Основной рацион (ОР) с уровнем НЖК 1,2 % от СВ
I	10	ОР+1,9 % НЖК от СВ
II	10	ОР+2,3 % НЖК от СВ
III	10	ОР+2,7 % НЖК от СВ

По каждой отдельно группе животных ежемесячно определялась молочная продуктивность коров, путём взвешивания телят до и после сосания.

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

Качество молока устанавливали в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.). Органолептические показатели – согласно ГОСТ 31449-13, кислотность – ГОСТ 3624-92, жир, белок, сомо, лактоза, плотность – на приборе Клевер 2м (Россия).

Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета программ «Statistika 10.0» («Stat Soft Inc», США).

Результаты исследования.

Молоко – самый ценный продукт питания для телят, находящихся на подсосе до отбивки, в мясном скотоводстве. В составе молока наряду с белками, жирами, углеводами, ферментами содержатся и иммунные тела, которые повышают защитные функции организма новорождённых телят от негативного влияния окружающей среды.

Молочная продуктивности коров каргалинского типа мясного скота во время зимних отёлов приводится в таблице 2.

Таблица 2. **Сравнительная продуктивность подсосных коров, кг**

Месяц лактации	Опытные группы			
	контрольная	I	II	III
Удой за сутки				
Декабрь	7,2	7,8	8,3	7,6
Январь	6,7	7,3	7,8	7,4
Февраль	6,3	6,9	7,5	7,1
Март	4,8	5,4	6,0	5,6
Апрель	4,2	4,9	5,4	5,0
Май	4,7	5,4	6,1	5,5
Июнь	4,8	5,1	5,3	5,0
Июль	4,7	5,1	5,5	5,2
В среднем	5,4	6,0	6,5	6,0
Удой за месяц				
Декабрь	224,2	241,8	257,3	235,6
Январь	206,7	226,3	241,8	229,4
Февраль	177,3	193,2	210,0	198,8
Март	148,8	167,4	186,0	173,6
Апрель	127,3	145,5	162,0	150,0
Май	146,7	165,9	189,1	170,5
Июнь	143,0	153,0	159,0	150,0
Июль	146,7	158,1	170,5	161,2
В среднем	1320,9	1451,2	1575,7	1469,1

Данные таблицы показывают, за первую половину лактации (декабрь-март) подсосные телята контрольной группы употребляли 4,8-7,23 кг молока в сутки, в I опытной – больше на 0,57-0,60 кг (7,88-9,44 %), II – на 1,07-1,20 кг (14,80-25,0 %) и III опытной – на 0,37-0,80 кг (5,12-16,67 %) соответственно. Молочная продуктивность коров второй половины лактации во всех сравниваемых группах упала. Так, продуктивность коров из контроля за сутки в среднем составила 4,62 кг, это меньше по сравнению с первой половиной лактации на 1,64 кг (35,50 %). В I, II и III опытных группах составила 5,10 кг; 5,58; 5,18 кг или ниже на 1,75 кг (34,31 %); 1,82 кг (32,62 %); 1,74 кг (33,59 %) соответственно.

Молочная продуктивность подсосных коров контрольной группы за весь период лактации составила 1320,9 кг, это меньше чем в I опытной на 130,3 кг или 9,9 %, II – на 254,8 кг (19,3 %) и III опытной – на 148,2 кг (11,2 %). Испытуемые животные II опытной группы по продуктивности превосходили близких аналогов из I группы на 124,5 кг (8,6 %) и III – на 106,6 кг (7,3 %).

Полученные в опыте данные свидетельствуют, что коровы мясных пород благоприятные кормовые условия используют, прежде всего, для накопления в организме запаса питательных веществ, а не на молочную продуктивность. Поэтому в летние месяцы (июнь, июль) мясные коровы, находясь на пастбищном содержании, не повышали молочную продуктивность, она была довольно стабильной и колебалась в пределах 4,73-5,5 кг в сутки. В среднем за подсосный период телята контрольной группы высасывали за сутки 5,44 кг молока, I опытной – 5,97 кг, II – 6,48 кг и III опытной – 6,04 кг, то есть в опытных группах – выше на 9,74-19,12 %.

По данным Б.Х. Галиева [15] молочная продуктивность мясных коров зависит от многих факторов, в том числе и от срока отёла, при ранневесенних наиболее высокая – 7-8 кг в сутки, сохраняясь в течение первых трёх месяцев, затем идёт снижение до 5,1-6,2 кг, в последние два-три месяца лактации – до 3,2-4,5 кг в сутки.

Рассматривая осенне-зимние отёлы, мы видим, молочность коров в первые три месяца достигала 6,4-7,2 кг, а в середине лактации снижалась до 5,0-5,1 кг. Коровы, имеющие живую массу свыше 500 кг, обладали более высокой молочностью, и в первой половине лактации она оставалась довольно устойчивой. Сравнительные данные химического состава молока коров контрольной и лучшей по своим продуктивным качествам опытной (НЖК – 2,3 %) представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Химический состав молока коров каргалинского мясного типа**

Показатель	Месяц лактации				В среднем
	1	3	6	9	
Контрольная группа					
Сухое вещество, %	12,5	12,7	13,2	13,4	13,0
Белок, %	3,7	3,6	3,6	3,7	3,6
Жир, %	3,6	3,7	3,9	4,1	3,8
Молочный сахар, %	4,6	4,7	5,0	5,0	4,8
Зола, %	0,70	0,7	0,7	0,7	0,7
Кальций, %	118,0	117,0	120,0	120,0	118,8
Фосфор, %	99,5	97,5	95,0	100,0	98,0
Каротин, мг/%	0,014	0,01	0,11	0,11	0,06
Витамин А, мкг/кг	0,016	0,01	0,22	0,25	0,13
Витамин B_{12}, мкг/кг	7,5	7,3	7,0	7,1	7,22
Опытная группа					
Сухое вещество, %	12,8	13,0	13,4	13,6	13,2
Белок, %	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7
Жир, %	3,7	3,7	4,1	4,2	3,9
Молочный сахар, %	4,7	4,9	4,9	4,9	4,8
Зола, %	0,72	0,7	0,8	0,8	0,7
Кальций, %	121,0	119,0	123,0	124,0	122,0
Фосфор, %	100,8	99,1	96,5	101,8	99,6
Каротин, мг/%	0,02	0,01	0,2	0,110	0,06
Витамин А, мкг/кг	0,02	0,01	0,2	0,3	0,13
Витамин B_{12}, мкг/кг	7,6	7,4	7,2	7,5	7,4

Так, в среднем за период подсоса содержание сухого вещества в молоке маток при осенне-зимних отёлах составляло в контрольной группе 12,93 % и в опытной – 13,20 %.

В течение всего периода лактации отмечалось постепенное повышение содержания сухого вещества молока в контрольной группе с 12,5 до 13,4 % или на 7,20 %, в опытной – с 12,8 до 13,6 % (6,2 %). Содержание белка за подсосный период в среднем составляло у контрольных животных 3,62 %, у коров из опытной группы несколько выше – 3,71 %.

Выявлено, что при сравнении групп по условиям кормления, временам года и физиологическому состоянию животных за период лактации значительных колебаний не имелось.

Содержание жира в молоке коров базовой группы колебалось от 3,60-4,05 % (3,80 %), за первые три месяца значение его было ниже среднего показателя за лактацию на 0,15-0,20 %.

К концу лактации содержание жира в обеих сравниваемых группах животных в сопоставлении со средним показателем за лактацию повышалось на 0,10-0,25%.

В молоке коров опытной группы содержание жира колебалось от 3,7-4,2 % и составляло 3,9 %, что выше показателя контрольных животных на 0,11 %, а за период подсоса – на 0,14-0,29 % выше среднего показателя.

Содержание сырой золы в молоке маток контрольной и опытной групп было 0,72 и 0,74 % с небольшими колебаниями 0,70-0,75 % за весь период лактации.

Наиболее значимыми и занимающими высокий удельный вес в молоке из минеральных солей являются кальций и фосфор.

На содержание макроэлементов в молоке коров влияют имеющиеся факторы, например, их количество в потреблённых кормах, период и время лактации и т. д.

Установлено, что за подсосный период лактации средний показатель по содержанию кальция и фосфора в молоке опытной группы коров был соответственно выше на 3,25 % и 2,74 % и на 1,6 % и 1,63 % значений контрольной группы.

Полученные лабораторные данные показывают значительные колебания по количеству каротина в молоке подсосных маток в зависимости от лактационного периода. Наиболее высокое его содержание приходилось в летнее время: в контрольной – 0,105-0,110 мг %, опытной группе – 0,110-0,115 мг %.

В стойловый период содержание каротина было более низким и составляло соответственно 0,011-0,014 и 0,013-0,016 мг %. Среднее содержание этого показателя в молоке за подсосный период было в контрольной группе 0,06 мг %, а в опытной – на 0,064 мг % выше.

Содержание витамина А в молоке подопытных коров было наиболее высоким в пастбищный период, так, в контроле его содержалось 0,22-0,25 мг/кг, в опытной группе – 0,23-0,27 мг/кг. За весь период нахождения телят с матерями его концентрация в молоке контрольных животных была 0,125 мг/кг, а у опытных – 0,33 мг/кг.

В молоке лактирующих коров, как известно, кроме макроэлементов кальция и фосфора содержатся и микроэлементы – йод, кобальт, медь, цинк, марганец и железо.

Анализ данных, представленных в таблице 3, показывает, что содержание йода в молоке подвержено колебаниям, более высокое его значение отмечено в пастбищный период – 5,5-5,8 мкг %, на зимних же кормах меньше – 4,7-5,0 мкг %, а средние показатели равнялись 5,1-5,2 мкг %.

По марганцу и кобальту значимых колебаний в зависимости от времени лактации и типа кормления не выявлено, средняя их величина в молоке составляла 2,7-2,9 мкг %.

Среднее содержание меди и цинка в молоке маток сравниваемых групп за период подсоса составляло 51,0 мкг % и 480,1 мкг%, с колебаниями соответственно от 45,3-56,4 мкг % и от 440 до 520 мкг, а за время подсоса имелась тенденция к снижению количества последнего.

Что касается железа, то мы должны констатировать, что его количество в молоке, согласно действующих норм [4], не полностью обеспечивает потребность телят. Так, средние его значения в молоке за этот период составляли 338 мкг %, в начале лактации – 295-316 мкг % и в её конце – 356,0-368,0 мкг %.

Обсуждение полученных результатов.

При кормлении маточного поголовья скота в мясном скотоводстве, где используется технология безотъёмного выращивания телят, для повышения и сохранения продуктивных качеств животных необходимо в первую очередь высокое потребление сухого вещества кормов и содержания в нём обменной энергии.

Известно, что потребление сухого вещества рациона коровами зависит от многих факторов – время лактации, удоя, качества используемых кормов и прочее [16].

Недостаток в рационе протеина и энергии в хозяйствах в основном балансируют концентрированными кормами и скармливают их в зависимости от продуктивности. Однако следует отметить, что при увеличении уровня концентратов в рационе потребление основных кормов снижается.

В настоящее время для повышения питательности и сбалансированности кормления крупного рогатого скота положительным моментом является использование растительных жировых добавок из отходов маслоэкстракционной промышленности. Они по своему жирнокислотному составу отличаются в сравнении с животными жирами высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот. Эти кислоты не синтезируются в организме животного и считаются незаменимыми, но необходимыми для обмена веществ, поэтому должны поступать в достаточном количестве с кормами рациона. Также благодаря хорошим вкусовым качествам этих добавок повышается поедаемость кормов рациона [17-20].

Результаты проведённых исследований на коровах подсосного периода с целью выявления оптимального уровня ненасыщенных жирных кислот показали положительные результаты использования растительной кормовой добавки на молочную продуктивность и химический состав молока. При этом был установлен оптимальный их уровень в рационе коров (2,3 %) подсосного периода телят.

Выводы.

Использование жировой растительной добавки в виде фуза в составе рациона подсосных коров влечёт дополнительное обогащение рациона ненасыщенными жирными кислотами, повышая при этом молочную продуктивность и оказывая положительное влияние на химический состав молока.

Оптимальным уровнем содержания ненасыщенных жирных кислот в рационе коров подсосного периода является 2,3 %.

Литература

1. Савронь Е.С. Биокатализаторы. Витамин F // Биохимия животных. М.: Изд-во Высш. шк., 1966. С. 135-136.

2. Алиев А.А. Источники липидов в питании жвачных животных // Обмен веществ у жвачных животных. М.: НИИЦ «Инженер», 1997. С. 162-163.

3. Панюшкин Д.Е. Биогенез и функция изомеров линолевой кислоты у жвачных // Проблемы биологии продуктивных животных. 2008. № 3. С. 68-79.

4. 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.

5. Кирилов М.П. Рациональное использование концентрированных кормов в молочном скотоводстве // Современное комбикормовое производство и перспективы его развития. М., 2003. С. 135-148.

6. Восполнение уровня обменной энергии в рационах высокопродуктивных коров в начале лактации / Р. Некрасов, М. Вареников, М. Чабаев, Н. Анисова, А. Аникин, В. Писарев, Н. Турчина // Молочное и мясное скотоводство. 2013. № 3. С. 9-13.

7. Мартынова, Е.Н. Влияние состава рациона коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы на переваримость питательных веществ / Е.Н. Мартынова, Е.М. Кислякова, Н.М. Тогушев, Е.В. Ачкасов // Зоотехния. 2011. № 8. С. 8-9.

8. Ивахнинко В.В. Использование вторичных сырьевых ресурсов в комбикормовой промышленности // Кормопроизводство. 2011. № 12. С. 41-42.

9. Четвертаков И.М. Биоэнергетический подход к повышению мясной продукции крупного рогатого скота // Зоотехния. 2012. № 9. С. 21-23.

10. Головин Л.В. Использование пальмовых жиров для повышения концентрации энергии в рационах молочных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 2. С. 33-35.

11. Эффективность использования жиросодержащей добавки, приготовленной по разной технологии в состав рационов для откармливаемых бычков на мясо / Б.С. Нуржанов, Ю.И. Левахин, М.А. Польшина, В.А. Рязанов // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 2(85). С. 96-100.

12. Муслюмова Д.М., Давыдова С.Ю. Влияние кавитационной обработки на микробиологию подсолнечного фуза // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 6(167). С. 108-111.

13. Изменение свойств кормосмесей при включении кавитированного жира / Г.И. Левахин, Г.К. Дускаев, Б.С. Нуржанов, В.А. Рязанов, И.С. Мирошников, А.Ф. Рысаев // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2(90). С. 102-106.

14. Новое в кормлении животных: справ. пособие / В.И. Фисинин и др. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. 617 с.

15. Галиев Б.Х. Разработка научных и практических основ оптимизации типов кормления различных половозрастных групп мясного скота в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук. Оренбург, 1998. 49 с.

16. Проблемы долголетнего использования высокопродуктивных коров / Л.К. Эрнст, В.Т. Самохин, В.Н. Виноградов, М.П. Кирилов, К.Е. Маркова и др. Изд. 2-е, доп. Дубровицы: ВИЖ, 2009. 205 с.

17. Харитонов Е. Современные проблемы при организации нормированного питания высокопродуктивного молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 4. С. 16-18.

18. Харитонов Е. Принципы составления рационов при разном качестве кормов // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 5. С. 27-30.

19. Чижов А., Осепчук Д., Гусейнов С. Энергетическая ценность жиров // Животноводство России. 2010. № 2. С. 53-54.

20. Влияние энерго-протеиновой добавки, регулирующей уровень полиненасыщенных жирных кислот рациона, на поступление питательных веществ в организм сухостойных мясных коров / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, А.В. Кудашева, И.А. Рахимжанова, Х.Б. Дусаева // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 85-90.

Рахимжанова Ильмира Агзамовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой электротехнологии и электрооборудования ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, г. Оренбург, ул. А.В. Коваленко, 4, тел.: 8(3532)77-15-37, e-mail: kaf36@orensau.ru

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

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

Дусаева Хамдия Базлахметовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры пищевой биотехнологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, тел.: 8(3532)37-24-65, e-mail: ppbt@mail.osu.ru

Поступила в редакцию 24 января 2018 года

UDC 636.088.31.:636.085

Rakhimzanova Ilmira Agzamovna[1], Shirnina Nadezhda Mikhailovna[2], Galiyev Bulat Khabuleevich[2], Dusaeva Khamdiya Bazlakhmetovna[3]

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

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

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

Productivity and chemical composition of milk of suckling beef cows after feeding with different levels of unsaturated fatty acids in the diet

Summary. The improvement of cattle feeding standards for raising its productive qualities is at present a priority for scientists.

There are a number of unsaturated fatty acids (linoleic, linoleic, arachidonic, etc.), which are not synthesized in animal body, but participate in metabolic processes and therefore must be administered in optimal amounts with food. Also, due to good taste qualities of these additives, feed intake of diet is enhanced.

The results of the experiment on cows of the suckling period in order to identify the optimal level of unsaturated fatty acids showed the positive results of using a plant feed supplement for milk productivity and chemical composition of milk.

The carried researches on breeding stock of beef cattle of the suckling period with purpose to improve the standards of fat diet, taking into account the qualitative characteristics of raw fat by acid composition, allowed to adjust slightly the content of this nutrient in the diet.

It was found that the most optimal content of unsaturated fatty acids in the diets of cows in the period of keeping calves with their mothers is 317.6 g or 2.3 %, which is 562.2 g raw fat, respectively, of the dry matter, with the highest milking productivity of cows and favorable for the organism of calves composition of milk.

Key words: suckling cows, diet, unsaturated fatty acids, milking productivity, chemical composition of milk.

УДК 636.085.25:631.95(470.54)

Экологическая оценка применения сукцинат хитозана для коров в зоне Южного Урала

В.С. Горелик[1], О.В. Горелик[2], Н.Н. Семенова[2]

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

[2] ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет»

Аннотация. Обеспечение населения страны безопасными, высококачественными продуктами питания – одна из главных задач агропромышленного комплекса. Развитие тяжёлой, горнодобывающей промышленности, строительство крупных энергоблоков и т. д. увеличивает вредное воздействие деятельности человека на природу, в том числе и экологию окружающей среды. Разработка методов, снижающих воздействие вредных факторов на окружающую среду, в том числе на здоровье продуктивных животных, актуально. Целью работы явилось проведение экологической оценки применения сукцинат хитозана и расчёт эффективности использования его при введении в рацион молочных коров. В результате исследований было установлено, что в почвах, используемых для получения кормов, наблюдалось повышенное содержание железа (на 12 %) и цинка (на 81,8 %). В силосе кукурузном, зелёном корме и концентратах наблюдается превышение ПДК (предельно допустимые концентрации) по содержанию железа в 2,98; 2,37 и 1,35 раза. Выявлено повышенное содержание во всех кормах хрома и наличие в них (кроме сена люцернового – по мышьяку) мышьяка и кадмия. У коров, получавших сукцинат хитозана, установлено снижение содержания в крови вышеназванных металлов до нормы, не превышающей МДУ (максимально допустимый уровень). В первой опытной группе – постепенное снижение, а во второй опытной – резкое, сразу же после первого введения препарата, то есть на пятый день исследований. Наблюдалось снижение содержания тяжёлых металлов и в молоке. От коров II опытной группы получено на 1050 кг молока больше с более высоким содержанием жира (на 0,10 %), что позволило получить удоя базисной жирности больше на 1416 кг.

Ключевые слова: коровы, экология, молоко, кровь, тяжёлые металлы, сукцинат хитозана, рацион.

Введение.

Известно, что зона Южного Урала имеет хорошо развитую горнодобывающую и тяжёлую промышленность. Всё это и имеющиеся природные залежи полезных ископаемых позволяют говорить о том, что как отдельные районы, так и всю зону в целом можно отнести к неблагополучным по техногенному загрязнению, в том числе солями тяжёлых металлов и других вредных веществ [1, 2]. Содержание химических элементов в объектах окружающей среды оказывает значительное влияние на организм животных, находящихся в этой зоне, поэтому вызывает необходимость определения их содержания в воде и кормах.

Разведение животных в определённых техногенных условиях промышленных регионов не позволяет полностью использовать их генетический потенциал продуктивности и оказывает существенное влияние на физиологическое состояние [3-5]. Животные, получая из окружающей агрессивной среды вредные вещества (токсины, соли тяжёлых металлов и т. д.) с кормом и водой, не могут проявить свои продуктивные качества [3-7].

Применение различных кормовых добавок, биологически активных веществ позволяет не только улучшить обмен веществ в организме, особенно минеральный, но и повысить продуктивность за счёт очищения организма от токсинов [5, 8].

В последние годы с этой целью начали использовать природные биологически активные вещества органического происхождения, такие как хитозан и его производные. Исследования, проведённые А.Р. Таировой и др. [9], позволяют сделать вывод о том, что применение производных хитозана в кормлении животных, в том числе крупного рогатого скота, оказывает влияние на их

продуктивные качества. При этом в известной нам литературе [3, 6, 9] отсутствуют данные о влиянии производных хитозана на экологическую безопасность молока при применении добавки для коров в период лактации.

Проведение оценки влияния применения хитозана на содержание вредных веществ (солей тяжёлых металлов) в организме и получаемой продукции актуально и имеет практическое и теоретическое значение.

Цель исследования.

Провести экологическую оценку применения сукцинат хитозана и рассчитать эффективность его использования при введении в рацион молочных коров.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Дойные коровы чёрно-пёстрой породы по третьей лактации с живой массой 550±4 кг.

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

Схема эксперимента. Исследования проводились в условиях молочно-товарной фермы колхоза «Рассвет» Челябинской области. Для исследований были подобраны 3 группы животных методом сбалансированных групп с учётом возраста, продуктивности матерей, породных особенностей, живой массы и т. д., по 15 голов в каждой. В период проведения исследований на 4-5 месяцах лактации, которые приходились на летний лагерно-стойловый период, животные были в одинаковых условиях кормления и содержания в соответствии с зоогигиеническими требованиями. Первая группа коров служила контролем. Животным второй группы применяли высокомолекулярный хитозан с молекулярной массой 487,0 кДа и степенью деацетилирования 75,3 %. Коровы третьей группы получали сукцинат хитозана низкомолекулярный, с молекулярной массой 38 кДа и степенью замещения 85 %. Препараты вводили внутрь в форме 2 %-ного раствора по 2,0 мл на 1 кг живой массы 2 раза в сутки в течение семи дней, смешивая с концентратами. Через 5 дней введение повторяли. Была использована доза, предложенная в исследованиях А.Р. Таировой [10].

Оборудование и технические средства. Исследования молока и других материалов (почвы, воды, кормов и крови животных) проводили на атомно-адсорбционном спектрофотометре «AAnalyst 600» («PerkinElmer», США) в межкафедральной лаборатории Уральской государственной академии ветеринарной медицины в шестикратной повторности.

Статистическая обработка. Полученный цифровой материал обрабатывали биометрическим методом вариационной статистики по Е.К. Меркурьевой (1970) с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследований.

Для оценки воздействия препарата на организм коров первоначально были проведены исследования по содержанию некоторых химических элементов в почве, кормах и воде. Данные представлены в таблицах 1 и 2.

Было установлено, что в почвах, используемых для получения кормов, наблюдалось повышенное содержание железа (12 %) и цинка (81,8 %). Содержание других элементов в почве было ниже ПДК. В воде не обнаружено повышенного содержания химических элементов. В таблице 2 представлены данные о содержании химических элементов в кормах. Из таблицы 3 видно, что в силосе кукурузном, зелёном корме и концентратах наблюдается превышение ПДК по содержанию железа в 2,98; 2,37 и 1,35 раза. Установлено повышенное содержание во всех кормах хрома и наличие в них (кроме сена люцернового – по мышьяку) мышьяка и кадмия.

Таблица 1. **Содержание химических элементов в почве и воде, мг/кг**

Элемент	Почва		Вода	
	ПДК (предельно допустимые концентрации)	содержание	МДУ (максимально допустимый уровень)	содержание
Ni	50	40	0,1	0,1
Co	50	10	0,1	0,1
Fe	4200	4700	0,3	2,4
Cu	100	30	1,0	0,1
Zn	110	200	5,0	0,3
Pb	32	20	0,03	-
Mn	1500	10	0,1	-
Mg	-	810	-	-

Таблица 2. **Анализ кормов по тяжёлым металлам, мг/кг**

Корма	Cu	Zn	Pb	Ni	Co	Fe	Mn	As	Cd	Cr
Сено люцерновое	6,0	20,5	0,75	1,60	1,1	90,0	27,0	-	0,14	0,85
Силос кукурузный	3,17	29,3	0,60	1,31	0,91	298,75	43,58	0,13	0,13	1,11
Сенаж злаково-бобовый	3,9	27,05	0,90	1,83	0,94	97,5	33,3	0,05	0,11	0,95
Концентраты (комбикорм)	9,68	47,38	0,55	1,49	0,42	135	33,5	0,06	0,07	0,79
Зелёный корм: костер+люцерна	12,63	52,42	1,84	1,23	0,98	236,8	59,64	0,03	0,03	0,89

Таблица 3. **Предельно допустимые концентрации (ПДК) и максимально допустимый уровень (МДУ) по содержанию элементов в объектах**

Элемент	Корма, мг/кг	Молочные продукты, мг/кг	Кровь, мг/л
Cu	30	0,5-1,0	0,7-1,0
Zn	1000	5,0	3,0-5,0
Pb	5,0	0,05-1,0	-
Ni	1-3	0,1	-
Hg	-	0,005	-
Co	1-2	3,0	0,04
Fe	100	3,0	360
Mn	1000	0,1-0,3	0,15
Sr	-	-	-
Cd	-	0,01	-
Cr	0,5	0,1	-

Макро- и микроэлементы вместе с кормами поступают в желудочно-кишечный тракт и могут накапливаться в организме. Наличие тяжёлых металлов приводит к токсикозам организма, что проявляется в снижении продуктивности животных. Часть этих металлов изгоняется из организма, а некоторое количество поступает и остаётся в крови.

Исследование крови (табл. 4) по наличию в ней макро- и микроэлементов показали, что в крови коров контрольной группы во все периоды исследований наблюдалось превышение МДУ по кобальту на 25-30 %, железу – на 132-137 %, никелю – в 4-8 раз. У коров, получавших сукцинат

хитозана, установлено снижение содержания в крови вышеназванных металлов до нормы, не превышающей МДУ. В первой опытной группе – постепенное снижение, а во второй опытной – резкое, сразу же после первого введения препарата, то есть на десятый день исследований.

Таблица 4. **Содержание макро- и микроэлементов в крови, мг/кг**

Элемент	Группа								
	контрольная			1 опытная			2 опытная		
	начало	10 дней	30 дней	начало	10 дней	30 дней	начало	10 дней	30 дней
Co	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03
Mg	0,25	0,24	0,23	0,22	0,12	0,12	0,08	0,05	0,03
Cu	0,14	0,19	0,21	0,22	0,18	0,18	0,16	0,15	0,10
Pb	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00
Mn	12,9	12,8	12,6	12,2	12,3	12,0	11,8	11,0	10,9
Zn	2,8	1,9	2,3	2,8	2,7	2,6	2,3	1,9	1,4
Fe	480	493	483	491	493	488	497	360	320
Ni	0,4	0,8	0,6	0,8	0,7	0,5	0,8	-	-

Молоко, вырабатываемое железистой тканью вымени из предшественников, поступающих с кровью, адсорбирует макро- и микроэлементы, поэтому мы провели исследования минерального состава средней пробы молока коров. Несмотря на избирательность адсорбции макро- и микроэлементов из крови железистой тканью вымени в начале исследований во всех группах и во все периоды наблюдается превышение МДУ по железу в 4,8-5,2 раза, никелю – в 12-13 раз, свинцу – в 2,7-2,8 раза (табл. 3 и 5).

Таблица 5. **Содержание макро- и микроэлементов в молоке коров, мг/кг**

Элемент	Группа								
	контрольная			1 опытная			2 опытная		
	начало	10 дн.	30 дн.	начало	10 дн.	30 дн.	начало	10 дн.	30 дн.
Co	1,2	1,3	1,5	1,2	1,9	1,9	1,3	1,8	2,3
Mg	13,7	13,8	13,8	13,8	3,0	1,0	13,9	2,5	2,0
Cu	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00
Pb	0,27	0,27	0,27	0,28	0,05	0,03	0,27	0,05	0,03
Mn	0,14	0,14	0,15	0,14	0,09	0,06	0,15	0,10	0,07
Zn	1,83	1,78	1,81	1,83	2,89	3,40	1,85	3,36	4,20
Fe	15,3	15,1	14,3	14,8	5,2	1,3	14,3	5,3	2,5
Ni	1,3	1,3	1,3	1,2	0,3	0,1	1,3	0,2	0,1

Высокое содержание свинца в молоке, поступая с ним в организм человека, вызывает отравление, накапливаясь в тканях и органах, а повышенное содержание магния, который является антагонистом кальция, препятствует усвоению этого важного элемента из молока. Таким образом, избыток их наносит вред не только здоровью самого животного, но и здоровью человека. Введение в рацион кормления коров опытных групп сукцинат хитозана привело к снижению содержания солей тяжёлых металлов в молоке. Достоверность полученного результата подтверждается большим объёмом проведённых исследований трижды за период исследований, в шестикратной повторности каждого.

Экономическая эффективность производства молока представлена в таблице 6.

Таблица 6. **Экономическая эффективность производства молока**

Показатель	Группа			± к контрольной	
	контрольная	1 опытная	2 опытная	1 опытная	2 опытная
Удой на 1 корову, кг	4583	5238	5633	655	1050
Содержание жира в молоке, %	3,78	3,83	3,93	0,05	0,10
Удой в пересчёте на базисную жирность (3,4 %), кг	5095	5900	6511	805	1416
Себестоимость 1 кг молока, руб.*	15,19	13,29	12,36	-1,90	-2,83
Общая себестоимость, руб.	69621,69	69621,69	69621,69	-	-
Реализационная стоимость 1 кг молока, руб.	17,5	17,5	17,5	-	-
Общая стоимость, руб.	89162,5	103250,0	113942,5	14087,5	24780
Прибыль, убыток, руб.	19540,81	33628,31	44320,81	14087,5	24780
Рентабельность, %	28,06	48,30	63,65	20,24	35,59

Примечание: * – Расчёт себестоимости молока проводился, исходя из себестоимости 1 кг молока в среднем по хозяйству 15,87 руб. при удое 4387 кг.

Из расчётов видно, что большую прибыль получают при реализации молока от коров второй опытной группы. Это объясняется более высокой продуктивностью, высоким содержанием жира в молоке, так как расчёт за проданное молоко идёт с учётом базисной жирности. Поскольку от коров II опытной группы получено на 1050 кг молока больше с более высоким содержанием жира на 0,10 %, то получен удой базисной жирности больше на 1416 кг. Поэтому прибыль составила 44320,81 руб. с 1 головы, что на 14087,5 руб. и 24780,0 руб. больше, чем в других группах или на 72,09 и 126,81 % – чем в контрольной группе.

Обсуждение полученных результатов.

Полученные результаты по использованию препаратов сукцинат хитозана с различной молекулярной массой позволяют рекомендовать его применение для кормления коров во второй стадии лактации. По нашему мнению, положительные изменения объясняются абсорбционными свойствами данного препарата. Он, попадая в организм животного, освобождает его от токсинов, токсических веществ, что позволяет улучшить как рубцовое пищеварение, так и кишечное, тем самым приводя к повышению качества молока, увеличению удоя и эффективности его производства. Подобные данные были получены в исследованиях с применением хитиновых и ряда других учёных [9, 10].

Выводы.

Таким образом, применение сукцинат хитозана при кормлении дойных коров оказывает положительное влияние на их физиологическое состояние путём снижения содержания солей тяжёлых металлов в крови, а следовательно, снижается их содержание и в производимой продукции – молоке. Одновременно с повышением качества молока увеличивается его производство, что приводит к повышению рентабельности отрасли.

Литература

1. Циулина Е., Горелик О.В. Молочная продуктивность коров чёрно-пёстрой и голштинской пород на Южном Урале // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 4. С. 35-26.

2. Долматова И.А., Горелик О.В. Продуктивность коров при введении в рацион ферроуртикавита // Ветеринарный врач. 2010. № 2. С. 68-69.

3. Горелик О.В., Деменчук И.Л., Сарган Е.В. Молочная продуктивность, состав и свойства молока при применении препарата «Курунга» // Аграрный вестник Урала. 2006. № 5. С. 38-39.

4. Лазаренко В.Н., Горелик О.В., Лыкасова Н.И. Биологическая эффективность коров по пищевой ценности молока // Зоотехния. 2002. № 6. С. 27-28.

5. Молочная продуктивность коров и рост, развитие тёлочек при введении в рацион «Альбит-Био» / В.С. Горелик, О.В. Горелик, М.Б. Ребезов, А.Н. Мазаев // Молодой учёный. 2014. № 8. С. 88-91.

6. Горелик О.В. Модифицированный способ доения коров // Зоотехния. 2001. № 5. С. 26-27.

7. Горелик О.В. Оценка разных способов доения коров // Зоотехния. 2002. № 6. С. 23-24.

8. Гриценко С.А. Взаимосвязь между показателями химического состава молока и показателями морфологического и биохимического состава крови // Ветеринарная генетика, селекция и экология: материалы 2-й Междунар. науч. конф. Новосибирск, 2003. С. 109-110.

9. Шкуратова И.А., Мухамедьярова Л.Г., Таирова А.Р. Пероксидация липидов и антиоксидантная система защиты организма коров зарубежной селекции на фоне применения хитозана // Аграрный вестник Урала. 2015. № 8(138). С. 40-43.

10. Таирова А.Р. Иммунобиохимический статус крупного рогатого скота в экологически неблагополучной зоне Южного Урала и пути его коррекции: дис. … д-ра биол. наук. Троицк, 2001. 346 с.

Горелик Валентин Сергеевич, аспирант ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет», 457100, г. Челябинск, ул. Гагарина, 13, тел.: 8-9127934513, e-mail: lyalya17071989@mail.ru

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

Семенова Наталья Николаевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», 460075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, тел.: 8-9043837867, e-mail: semenova_24@bk.ru

Поступила в редакцию 12 февраля 2018 года

UDC 636.085.25:631.95(470.54)

Gorelik Valentin Sergeevich[1], Gorelik Olga Vasilievna[2], Semenova Natalia Nikolaevna[2]

[1] *FSBEI HE «South Ural State Agrarian University»,* e-mail: lyalya17071989@mail.ru1

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

Ecological assessment of use of chitosan succinate for cows in the Southern Urals

Summary. Ensuring people's access to safe, high-quality food products is one of main tasks of agriculture. The development of heavy mining, the construction of large power units, etc. increases harmful effects of human activities on nature, including the ecology of the environment. Development of methods reducing the impact of harmful factors on environment including the health of productive animals is important. The aim of this work was to conduct an environmental assessment of application of chitosan succinate and calculate the efficiency of its use when administered to the diet of dairy cows. As a result of researches it was established that in soils used to obtain feed, the content of iron and zinc increased. It is made up of iron (by 12 %) and zinc (of 81.8 %). In corn silage, green feed and concentrates excessive concentrations of iron content of 2.98; of 2.37 and 1.35 times were observed. High content of chromium was registered in all feed and there were arsenic and cadmium (except alfalfa hay with arsenic). Cows treated with chitosan succinate had the aforementioned metals in the blood levels reduced up to the normal one and not exceeding the MPL. In the first experimental group – gradual decline was registered, and the second experienced – it was drastic, immediately after the first administration of the drug, i.e. on the fifth day studies. There was a decrease of heavy metals content in the milk. From the cows of the 2nd test group, by 1050 kg of milk more were received with a higher fat content (by 0.10 %), which made it possible to obtain a milk yield of a basic fat content of more than 1416 kg.

Key words: cows, ecology, milk, blood, heavy metals, chitosan succinate, diet.

УДК 637.146.2

Эффективность внесения растительной добавки при производстве кисломолочного продукта

С.Г. Канарейкина[1], Г.Р. Минниахметова[1], В.И. Канарейкин[2]
[1] *ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»*
[2] *ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»*

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по определению оптимальной дозы растительной добавки и оценки титруемой кислотности, условной вязкости и органолептических показателей кисломолочного продукта.

Разработанный йогурт расширяет ассортимент молочной промышленности на основе молочного и растительного сырья. Для выработки данного продукта использованы: сырое коровье молоко, сухое обезжиренное молоко и растительная добавка. В качестве растительной добавки применён смузи, в состав которого входят полезные свойства пророщенных зёрен пшеницы и топинамбура.

Для ферментации использована закваска для йогурта марки CHR HANSEN YF-L 811 прямого внесения, в состав которой входят термофильный стрептококк и болгарская палочка.

В ходе выполнения исследований была подобрана оптимальная доза внесения растительной добавки при производстве йогурта, которая составила 2 %.

В опытных образцах определили титруемую кислотность, условную вязкость и органолептические показатели. Результаты оценки свидетельствуют, что кислотность в образце № 3 с процентным содержанием смузи, равным 2, достигла оптимальной титруемой кислотности, что позволяет продукту длительное время оставаться пригодным для потребления. По своим органолептическим показателям лучшим оказался разработанный продукт с 2-процентным содержанием растительной добавки, который имел кисломолочный вкус и запах, с соответствующим вкусом внесённых компонентов.

Впервые была изучена возможность использования одновременно 4-х компонентов в производстве кисломолочного продукта: молока коровьего, сухого обезжиренного молока и смузи, состоящего из пророщенной пшеницы и топинамбура. На наш взгляд, полученный продукт обладает диетическими свойствами, повышенной биологической и пищевой ценностью за счёт использования смузи.

Ключевые слова: кисломолочный продукт, йогурт, смузи, молоко коровье, закваска, растительная добавка, топинамбур, пророщенная пшеница.

Введение.

Рыночные отношения призывают производителей молочной продукции расширять ассортимент и предоставлять потребителям новые конкурентоспособные продукты с оригинальными органолептическими свойствами. Таковыми являются кисломолочные продукты с растительными наполнителями [1-5].

Актуальным направлением является разработка продуктов сложного сырьевого состава. Применение одновременно молочного и растительного сырья придаёт продукту функциональные свойства. В связи с этим комбинированные продукты являются не только источником питательных веществ, но и «функциональными» .

Производство функциональных продуктов питания – основная мировая тенденция пищевой науки и объект инновационных разработок. Поэтому наряду с традиционным подходом влияния пищевых продуктов на здоровье человека, в последние годы получило рост новое направление, которое называется функциональным питанием. Функциональное питание подразумевает использование таких продуктов естественного происхождения, которые при ежедневном употреблении оказывают определённое регулирующее действие на организм и способствуют поддержанию, регенерации микробной экологии человека, в первую очередь микрофлоры его желудочно-кишечного тракта [6-8].

Потребительские свойства функциональных продуктов включают три составляющие: пищевую ценность, вкусовые качества и направленное физиологическое воздействие. Традиционные продукты, в отличие от функциональных, характеризуются только первыми двумя составляющими. Обогащённые молочные продукты в наибольшей степени отвечают всем критериям функциональных продуктов [9-11].

При разработке рецептуры функционального кисломолочного продукта применяли растительную добавку, состоящую из пророщенной пшеницы и топинамбура. Разработанный йогурт получился продуктом функционального назначения, так как обладает полезными свойствами за счёт двух компонентов, содержащихся в применяемом смузи.

Одним из составляющих используемого смузи является топинамбур, который имеет ряд полезных свойств. Эта земляная груша может быть прекрасной альтернативой картофелю. Клубни растения отличаются повышенным содержанием витаминов по сравнению с картофелем. Между тем выращивать топинамбур легко, поскольку он не подвержен вредителям, произрастает в любой почве, не требователен к освещению или уровню влажности [12].

В состав растения входят сахар и минеральные соли калия, цинка, кремния и железа, пектины, множество витаминов и аминокислот. Особенно топинамбур полезен для пищеварения, поскольку содержит инулин – вещество, незаменимое для людей с сахарным диабетом. Если регулярно употреблять топинамбур в пищу, то уровень сахара в крови снижается на долгий промежуток времени. Многочисленные исследования свидетельствуют, что инулин выводит из организма токсичные вещества, способствует активной деятельности желудочно-кишечного тракта, стимулирует желчегонную деятельность. К тому же топинамбур стимулирует кровообращение, укрепляет организм, даёт ему силу противостоять вирусам и разного рода инфекциям, которые поражают пищеварительные органы [12].

Немалое влияние в увеличении полезности полученного продукта оказывает и другой компонент смузи (пророщенная пшеница), так как пшеничные проростки отличаются от обычной пшеницы своими полезными свойствами. Во время прорастания в зерне изменяются пропорции питательных веществ. В ростках образуется большое количество белка, а в зерне понижается объём углеводов, которые используются в процессе роста.

В зародышах пшеницы содержатся витамины A, B, E и D, а также насчитываются восемнадцать аминокислот, из которых валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин являются незаменимыми. В пророщенных зёрнах происходит активное расщепление всех питательных компонентов, которые находятся в пшеничных зародышах. Такой процесс облегчает усваивание организмом полезных веществ [13-15].

Цель исследования.

Определение оптимальной дозы внесённой смузи, оценка титруемой кислотности, условной вязкости и органолептических показателей полученного кисломолочного продукта, обогащённого растительной добавкой.

Материалы и методы исследования.

Объекты исследования. Сырое коровье молоко, сухое обезжиренное молоко, закваска прямого внесения, сквашенные образцы кисломолочного продукта.

Схема исследования. Исследования были проведены в два этапа. В первом этапе с учётом наименьшей продолжительности сквашивания был применён вид закваски. Во втором этапе с целью определения оптимальной дозы внесения были подобраны различные дозы растительной добавки.

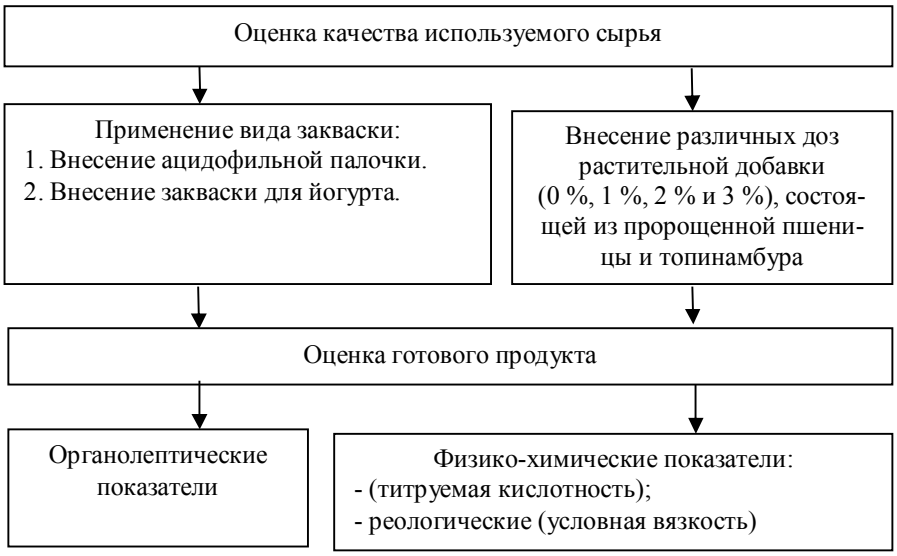


Рис. 1 – Схема проведения эксперимента

Для разработки кисломолочного продукта был подобран состав молочной смеси с дозой внесения сухого обезжиренного молока в количестве 1 %. Молочную смесь, обогащённую растительной добавкой, сквашивали, а затем в течение 10 суток оценивали титруемую кислотность, условную вязкость и органолептические показатели.

Были приготовлены 4 образца: контрольный и три опытных кисломолочного продукта с различным количеством вносимой добавки.

Образцы сквашивали при температуре +40 °С, продолжительность сквашивания составила 5-6 часов.

Оборудование и технические средства. На кафедре технологии мяса и молока ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» были проведены исследования полученных кисломолочных продуктов с разным соотношением вносимой дозы смузи пророщенной пшеницы и топинамбура по органолептическим и физико-химическим показателям. Тируемую кислотность кисломолочного напитка оценивали методом титрования с применением индикатора фенолфталеина. Условную вязкость определяли с помощью вискозиметра ВЗ-246 (Россия) по времени истечения 100 мл жидкости. Массовую долю жира, плотность, сухих обезжиренных веществ определяли на приборе «Клевер 2» (Россия), а массовую долю белка – методом формольного титрования.

Результаты исследований.

Оценка физико-химических показателей сухого обезжиренного молока и молока коровьего представлена в таблице 1.

Таблица 1. **Физико-химические показатели сухого обезжиренного молока и молока коровьего**

Показатель	Норма		Фактическая	
	коровье	сухое обезжиренное	коровье	сухое обезжиренное
Массовая доля белка, % не менее	2,8	34	3,0	36
Массовая доля жира, % не менее	2,8	1,0	3,2	1,2
Массовая доля сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), % не менее	8,2	95	8,4	96
Кислотность, °Т	21	21	19	18
Плотность, кг/м^3	1027,0	-	1028,0	-

По таблице 1 видно, что используемое сырьё незначительно отличается и соответствует норме.

Разработаны два вида продукта с использованием двух видов заквасок. Образец, разработанный на йогуртовой закваске, получился предпочтительнее своими органолептическими показателями и коротким временем сквашивания, чем на ацидофильной.

Результаты приготовленных 4 образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Количественное соотношение вносимой добавки в молочную смесь до сквашивания, %**

Образцы	Сухое обезжиренное молоко	Коровье молоко	Количество смузи, состоящего из пророщенной пшеницы и топинамбура
№ 1	1	99	контрольный
№ 2	1	98	1
№ 3	1	97	2
№ 4	1	96	3

В течение 10 суток оценивали титруемую кислотность, условную вязкость и органолептические показатели кисломолочных напитков. Титруемая кислотность и условная вязкость полученного продукта представлены в таблице 3.

Таблица 3. **Титруемая кислотность и условная вязкость кисломолочного напитка при хранении**

Продол. хранения, сут	Титруемая кислотность, °Т				Условная вязкость при t=6 °С, с			
	№ 1 контр.	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1 контр.	№ 2	№ 3	№ 4
1	78±0,46	76±0,28	75±0,4	79±0,18	30±0,23	42±0,31	40±0,28	56±0,56
3	80±0,11	78±0,31	76 ±0,3	80±0,08	29±0,16	40±0,18	38±0,23	50±0,33
4	83±0,42	80±0,15	77 ±0,2	83±0,28	29±0,44	39±0,24	35±0,32	41±0,27
5	85±0,36	83±0,53	79±0,23	85±0,23	23±0,26	31±0,22	33±0,47	38±0,15
6	89±0,27	86±0,32	83±0,67	87±0,34	22±0,12	25±0,18	30±0,35	28±0,13
7	90±0,21	88±0,12	85±0,66	89±0,46	21±0,27	23±0,25	24±0,45	25±0,23
8	93±0,18	90±0,53	90±0,43	90±0,28	21±0,43	23±0,37	23±0,16	25±0,24
9	95±0,14	93±0,66	92±0,27	92±0,31	20±0,28	22±0,1	23±0,22	23±0,36
10	97±0,23	95±0,56	95±0,21	94±0,15	20±0,58	22±0,01	21±0,32	22±0,16

Результаты оценки свидетельствуют, что кислотность в опытных образцах достигла оптимальной титруемой кислотности (табл. 3). Причём лучшая условная вязкость установлена у образца № 4, в особенности по сравнению с контрольным образцом. Данные соотношения добавки позволяют продукту длительное время оставаться пригодным для потребления.

Лучшими органолептическими показателями обладают образцы № 2 и № 3 с 1 % и 2 % содержанием вносимого смузи (табл. 4), но № 3 – предпочтительнее, так как в образце № 2 вкус и аромат внесённых компонентов менее ощутимы, чем в образце № 3.

В итоге проделанных исследований необходимо отметить, что по органолептическим и физико-химическим показателям оптимальным вариантом является кисломолочный продукт с внесением 2 % смузи, состоящего из пророщенной пшеницы и топинамбура.

Таблица 4. **Органолептические показатели кисломолочного напитка**

Образцы	Вкус и запах	Внешний вид и консистенция	Цвет
№ 1 контрольный	Кисломолочный, без посторонних привкусов	Густая, однородная, слегка вязкая	Молочно-белый, равномерный по всей массе
№ 2	Кисломолочный, но со слегка соответствующим вкусом и ароматом внесённых компонентов	Густая, однородная, в меру вязкая	Молочно-белый, слегка обусловленный цветом внесённых компонентов, равномерный по всей массе
№ 3	Кисломолочный, с соответствующим вкусом и ароматом внесённых компонентов	Густая, однородная, в меру вязкая	Молочно-белый, обусловленный цветом внесённых компонентов, равномерный по всей массе
№ 4	Кисломолочный, но с сильным соответствующим вкусом и ароматом внесённых компонентов	Очень густая, однородная, в меру вязкая	Молочно-белый, обусловленный цветом внесённых компонентов, равномерный по всей массе

Обсуждение полученных результатов.

Разработка популярного кисломолочного продукта – йогурта комбинированного состава является перспективным направлением и имеет практическую значимость для молочной промышленности.

Из обзора литературы следует, что применение данной растительной добавки благоприятно влияет на титруемую кислотность, условную вязкость и на органолептические показатели готового продукта.

Полученный продукт будет направлен на расширение ассортимента продуктов функционального назначения. В связи с этим нами были проведены исследования, направленные на разработку нового продукта функционального назначения, причём комбинированного состава.

Ввиду наименьшей продолжительности сквашивания для ферментации молочной смеси нами была применена закваска для йогурта. Были проведены исследования по определению органолептических показателей, титруемой кислотности и условной вязкости в опытных образцах. Результаты оценки свидетельствуют, что кислотность в опытных образцах достигла оптимальной титруемой кислотности, а лучшая условная вязкость установлена у образца № 4. Данные соотношения добавки позволяют продукту длительное время оставаться пригодным для потребления, так как титруемая кислотность обуславливается содержанием в молоке компонентов кислотного характера.

Концепция здорового (функционального) питания была сформулирована в начале 80-х гг. в Японии, где приобрели большую популярность так называемые функциональные продукты (сокращённое название термина «физиологически функциональные пищевые продукты»), т. е. продукты питания, содержащие ингредиенты, которые приносят пользу здоровью человека, повышают его сопротивляемость заболеваниям, способны улучшить многие физиологические процессы в организме человека, позволяя ему долгое время сохранять активный образ жизни [16].

Технология данного кисломолочного продукта, обогащённого смузи, состоящего из пророщенной пшеницы и топинамбура, не сложна.

Разработанный йогурт, обогащённый растительной добавкой за счёт полезных свойств пророщенной пшеницы и топинамбура, будет направлен на нормализацию эндокринной системы, улучшению потенции, увеличению мужской силы и восстановлению функции половой системы.

Наиболее близким является работа студентки ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» Арслановой А.М. Данный кисломолочный продукт на основе молока кобыльего и коровьего в своих рецептурах содержит большее количество ингредиентов, повышающих себестоимость готового продукта, усложняющих технологический процесс производства [17].

Преимуществом предполагаемого нами продукта является создание нового кисломолочного напитка, обогащённого смузи, состоящего из пророщенной пшеницы и топинамбура, который будет соответствовать продуктам функционального назначения.

В результате исследований установлено оптимальная доза (2 %) внесения смузи, состоящий из пророщенной пшеницы и топинамбура. По органолептическим и физико-химическим показателям готовый продукт соответствовал требованиям ГОСТ 31981-2013 «Йогурты. Общие технические условия».

Выводы.

Разработанный нами йогурт соответствует требованиям продуктов функционального назначения, так как обладает полезными свойствами за счёт двух компонентов, содержащихся в применяемом смузи. Организация производства нового йогурта возможна на любом действующем молочном заводе, оснащённым необходимым оборудованием для производства кисломолочных продуктов.

Литература

1. Арсланова А.М., Канарейкин В.И. Применение растительного компонента при производстве йогурта // Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы Междунар. молодёж. науч.-практ. конф. Уфа: Баш. ГАУ, 2016. С. 153-158.

2. Арсланова А.М., Канарейкин В.И. Улучшение потребительских свойств йогурта комбинированного состава // Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники: сб. тр. Всерос. молодёж. науч.-практ. конф. Томск: Нац. исслед. Томск. политех. ун-т, 2015. С. 313-315.

3. Ахатова И.А., Канарейкина С.Г. Зоотехнические и технологические основы развития молочного коневодства // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2007. № 3. С. 93-94.

4. Ахатова И.А., Канарейкина С.Г. Использование сухого кобыльего молока при производстве йогурта // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 12. С. 60-62.

5. Давыдова А.А., Канарейкин В.И. Кумысный продукт из кобыльего молока // Наука молодых – инновационному развитию АПК: материалы Междунар. молодёж. науч.-практ. конф. Уфа: Баш. ГАУ, 2016. С. 201-204.

6. Канарейкин В.И. Разработка кумысного продукта для лечебно-профилактических целей // Электронный научный журнал. Нефтегазовое дело. 2016. № 3. С. 255-278.

7. Канарейкин В.И., Ребезов М.Б., Бикбова Р.А. Новый функциональный молочно-растительный йогурт // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. Горки: УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2016. С. 255-260.

8. Канарейкина С.Г., Арсланова А.М., Канарейкин В.И. Йогурт – продукт для улучшения рациона питания // Инновационные технологии и технические средства для АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов. Воронеж: Воронежский гос. аграрный ун-т им. Императора Петра I, 2015. С. 277-281.

9. Канарейкина С.Г., Ахатова И.А., Канарейкин В.И. Определение биологической и энергетической ценности йогурта из кобыльего молока // Вестник мясного скотоводства. 2010. Вып. 63(2). С. 152-156.

10. Канарейкина С.Г., Канарейкин В.И. Кобылье молоко – уникальное сырьё для продуктов здорового питания // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 4(60). С. 150-152.

11. Способ производства йогурта: пат. № 2350088 Рос. Федерация / С.Г. Канарейкина, И.А. Ахатова, В.И. Канарейкин. Заявл. 27.03.07; опубл. 27.03.07, Бюл. № 9.

12. Даников Н.И. Целебный топинамбур. Помощник от всех болезней // Народная медицина. М.: Эксмо, 2011. С. 25-30.

13. Канарейкина С.Г., Канарейкин В.И. Разработка кумысного продукта с пребиотиком // Коневодство и конный спорт. 2016. № 3. С. 29-31.

14. Канарейкина С.Г., Канарейкин В.И. Увеличение срока годности кумысных продуктов // Коневодство и конный спорт. 2016. № 2. С. 26-28.

15. Канарейкина С.Г., Савельев А.В. Технология молока и молочных продуктов // Лабораторный практикум. Ч. 1. Уфа: Башкирский ГАУ, 2008. 64 с.

16. Пищевая химия / А.П. Нечаев и др.; под ред. А.П. Нечаева. СПб.: ГИОРД, 2003. 640 с.

17. Канарейкин В.И., Арсланова А.М. Йогурт с натуральными ингредиентами // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы II науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Краснодар: Кубанский гос. аграрный ун-т, 2016. С. 85-90.

Канарейкина Светлана Георгиевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии мяса и молока ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, 34, тел.: 8-963-896-90-85, e-mail: kanareikina48@mail.ru

Минниахметова Гузель Радиковна, магистрант 2-го года обучения факультета пищевых технологий ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, г. Уфа, ул. 50 лет Октября, 34, тел.: 8-927-327-57-31, e-mail: radulovag@mail.ru

Канарейкин Владимир Иванович, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладных и естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1, тел.: 8-917-795-38-57, e-mail: kanareikina1948@mail.ru

Поступила в редакцию 15 февраля 2018 года

UDC 637.146.2

Kanareykina Svetlana Georgiyevna[1], Minniekhmetova Guzel Radikovna[1],
Kanareykin Vladimir Ivanovich[2]
[1] *FSBEI HE «Bashkir State Agricultural University»,* e-mail: kanareikina48@mail.ru
[2] *FSBEI HE «Ufa State Petroleum Technical University»,* e-mail: kanareikin1948@mail.ru

Efficiency of a plant supplement in the production of a fermented milk product

Summary. In the article presents the results of researches on an optimum dose of vegetative additive and an estimation of titrated acidity, conditional viscosity and organoleptic parameters of a fermented milk product.

The developed yogurt expands the range of dairy industry based on dairy and vegetable raw materials. To produce this product the following was used: raw cow milk, dry degreased milk and vegetable additive. Smoothies were used as a vegetable additive including useful properties of sprouted grains of wheat and Jerusalem potato.

For fermentation, yoghurt brand CHR HANSEN YF-L 811 of direct application was used, which includes thermophilic streptococcus and Lactobacillus bulgaricus.
In the course of research, the optimal dose of vegetable additive was selected for yoghurt production, which amounted to 2 %.
In the test samples, titrated acidity, conditional viscosity and organoleptic indices were determined. The results of the assessment indicate that the acidity in sample No. 3 with 2 % of smoothie reached the optimum titratable acidity, which allows the product to remain suitable for consumption for a long time. By its organoleptic characteristics, the product with 2 % vegetable supplement, which had a sour-milk taste and a smell, with a corresponding taste of the components introduced, proved to be more advantageous.
For the first time, the possibility of using 4 components simultaneously in the production of a fermented milk product was studied: milk of cow, skimmed milk and smoothies, consisting of sprouted wheat and Jerusalem potato. In our opinion, the product obtained has dietary properties, increased biological and nutritional value, due to the use of smoothies.
Key words: fermented milk product, yoghurt, smoothies, cow milk, fermentation starter, vegetable additive, Jerusalem potato, sprouted wheat.

УДК 159.98

Современные методы и оборудование для оценки поведения лабораторных животных (обзор)

С.В. Нотова[1,2], Т.В. Казакова[1,2], О.В. Маршинская[1,2]

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

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

Аннотация. Оценка поведенческих реакций животных является неотъемлемой частью многих исследований и позволяет обнаружить нарушения функционирования нервной системы. В статье представлен обобщённый материал по современным методам оценки когнитивных функций, тревожности, социальности и двигательных нарушений лабораторных крыс и мышей. Кратко изложено описание специализированного оборудования, ключевые моменты проведения эксперимента, а также области применения данных методов.

Ключевые слова: лабораторные животные, поведение, когнитивные функции, тревожность, социальность, двигательные нарушения, экспериментальные модели.

Введение.

Успех любого исследования во многом заключается в правильном выборе экспериментального подхода к той или иной проблеме и грамотном использовании выбранных методических приёмов [1-3]. Чтобы адекватно оценивать возможности и предполагаемые результаты эксперимента, необходимо хорошо ориентироваться в современных методах исследования.

Методы оценки поведения у лабораторных животных столь же разнообразны, как и количество исследователей, применяющих их. Представленные ниже методы используют для исследования функционирования нервной системы, работы мозга, ряда психологических заболеваний, токсикологии и общего воздействия на живой организм вводимого препарата. Существуют десятки экспериментальных протоколов для каждого метода, которые в зависимости от поставленных задач могут модифицироваться. Поэтому важно иметь общие представления об этих методах, понимать общие принципы работы и области их применения.

Методы и оборудование для оценки когнитивных функций (память, обучение)

Способность животных к обучению зависит от возможностей их пространственной памяти. По одной из классификаций пространственную память можно разделить на два типа: рабочая или кратковременная (информация, которая используется в течение текущего эксперимента) и референтная или долговременная (информация, используемая в любой день тестирования). Для изучения памяти и обучения используют различные виды лабиринтов, которые оценивают уровень влияния на организм какого-либо стрессирующего или повреждающего фактора [4]. Суть всех методов состоит в том, что тестируемое животное сначала учат на протяжении какого-то времени, а затем проверяют его пространственную память.

1. *Водный лабиринт Морриса (Morris water maze).* Лабиринт Морриса является самым популярным методом оценки пространственной памяти у животных. Этот тест используют при исследовании таких заболеваний, как аутизм, болезнь Альцгеймера, различных травм головного мозга, а также для изучения действия какого-либо введённого препарата [5-8]. Данная методика основана на том, что животное ищет кратчайшую дистанцию до спрятанной под водой платформы на основании предыдущей памяти об её местонахождении. Для проведения эксперимента используют установку Морриса (рис. 1) [9].

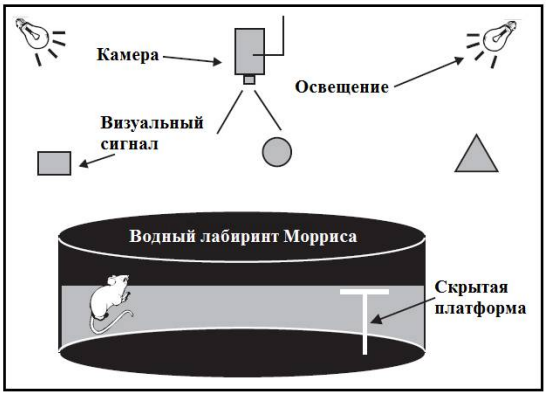


Рис. 1 – Схематичное изображение водной установки Морриса и необходимых компонентов к ней

Лабиринт Морриса представляет собой бассейн, заполненный водой, все передвижения животного внутри него регистрируются с помощью цифровой видеосъёмки. Размеры бассейна варьируются от 1 до 2 метров, глубина – от 0,3 до 0,6 метров, данные характеристики зависят от вида тестируемого животного. Обязательно наличие съёмной платформы. Воду перед началом эксперимента замутняют обезжиренным молочным порошком или нетоксичным красителем, чтобы животное не видело сквозь воду установленную платформу. В процессе проведения эксперимента необходима система термостатирования для постоянного поддержания температуры воды на одном уровне (+24…+28 °С), так как температурные перепады могут создать нежелательный стресс у тестируемых животных. Для того чтобы животное ориентировалось в данном пространстве, необходим набор зрительных символов, которые устанавливаются вокруг бассейна [9].

В день допускается около 6 попыток для обучения, длительность одной попытки составляет от 1 до 2 минут. Очень важны интервалы между попытками, для хороших результатов необходимо выдерживать по 30 минут между плаваниями. После плавания животное необходимо обогревать [10].

Эксперимент состоит из нескольких этапов, наличие которых зависит от протокола исследования. На первом этапе животное обучают около 4 дней, а затем проводят проверку пространственной памяти. Для этого платформу убирают и животное несколько раз помещают в центр бассейна и в течение минуты наблюдают его движение. Успешно обученное животное будет плавать в том секторе, где находилась платформа. Животное с нарушениями процессов памяти будет случайно исследовать все сектора бассейна в поисках платформы. После этого наступает период отдыха (как правило, не менее 1 недели), а затем следует вторая серия испытаний. Второй этап может проводиться так, как описано выше, за исключением того, что местоположение платформы переносят в другой сектор [11].

Стоит отметить, что помимо основной методики существует целый ряд альтернативных методик проведения данного теста. К примеру, процедура дискриминации по платформе (Platform Discrimination Procedures). Этот метод требует, чтобы животные различали две видимые платформы для успешного выхода из воды. Одна из платформ – жёсткая и способна выдерживать вес крысы, в то время как другая, пенопластовая платформа, плавает и не может выдержать вес крысы. В одной версии животные должны различать жизнеспособную платформу, изучая её местоположение относительно зрительных ориентиров. В другой версии задачи крысы учатся визуально различать две платформы различного вида. Дискриминация между платформами может быть вызвана различием в форме или яркости [9].

2. *Радиальный лабиринт (Radial maze)*. Установка предназначена для изучения рабочей и референтной пространственной памяти у лабораторных животных. В радиальном лабиринте перед тестируемым животным стоит задача выбора оптимальной стратегии исследования и нахождения

пищи с минимумом усилий. Данная методика основана на избегании грызуном больших ярких пространств, каковым является центральная площадка [12, 13]. Этот метод используется для изучения различных стрессовых расстройств, а также для исследования влияния на организм введённого препарата [14, 15]. Стоит отметить, что данная установка входит в перечень установок для выполнения психофармакологических тестов согласно приказа Минздрава России № 281 от 30.04.2013 г.

Установка представляет собой шести-, восьми- или двенадцати лучевой лабиринт (количество рукавов может варьироваться) с центральной площадкой, которая оснащена свободно открывающимися гильотинными дверцами (рис. 2) [16]. В опытах на крысах длина лучей находится в пределах от 100 до 140 сантиметров, в эксперименте на мышах лучи делают короче. В конце каждого рукава установлена кормушка для пищевого подкрепления. Удобство конструкции состоит в том, что её легко модифицировать в зависимости от установленного протокола исследования [9].

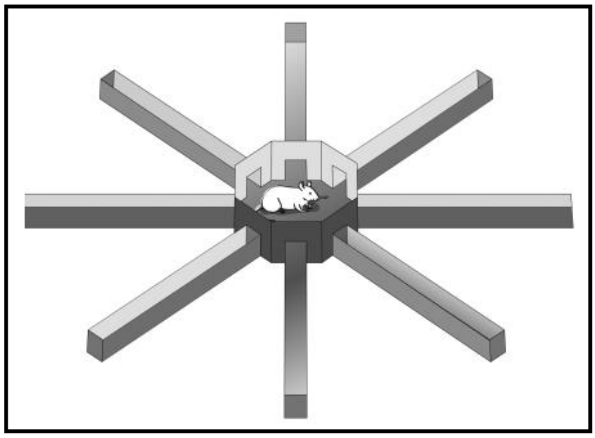


Рис. 2 – Схематичное изображение радиального лабиринта

За несколько часов до эксперимента животное необходимо лишить воды или пищи. Установлено, что время обучения связано с продолжительностью пищевой депривации. Если депривация будет недостаточна, то животное хуже обучается. Важно отметить, что часто животные для идентификации места используют обонятельные метки, которые искажают процесс исследования. Вследствие этого после каждого животного установку необходимо мыть либо переставлять рукава лабиринта (для рассогласования обонятельной и зрительной информации) [9].

Один из вариантов проведения теста выглядит следующим образом. В конец каждого рукава помещается кусочек пищи. Животное тренируют до тех пор, пока оно не найдёт все кусочки пищи. После нескольких тренировочных заходов животные практически безошибочно заходят только в те рукава, где есть подкрепление и игнорируют те рукава, в которых нет еды. По ходу обучения у грызуна формируется пространственное представление об этом лабиринте. После процедуры обучения голодное животное сажают в центральную часть установки, откуда оно начинает заходить в рукава лабиринта в поисках еды. При повторном заходе в один и тот же рукав животное пищи там не находит, и такой вариант поведения рассматривается как ошибочный. Существует различное число экспериментальных протоколов, которые используют для проведения данного теста, позволяющие вместе или по отдельности оценивать рабочую и референтную память [12].

3. *Т-лабиринт и Y-лабиринт (T-maze, Y-maze).* Эти установки можно рассматривать как варианты проведения радиального лабиринта. Установки Т-лабиринт и Y-лабиринт позволяют исследовать рабочую память грызунов, лежащую в основе выбора ими рукавов (спонтанного или подкреплённого пищей) и чувствительную к дисфункции септо-гиппокампальной системы.

Обучение животных проводят в течение нескольких дней, предоставляя каждому грызуну возможность сделать около десяти попыток в опытный день. За критерий обученности принимают 80 % безошибочных заходов в подкрепляемый отсек в течение эксперимента. Если животное оста-

ётся в центральном рукаве более 2 минут, это рассматривается экспериментатором как отказ от решения. Показателем успешности считается высокий уровень мышей, достигших критерия обученности, а также быстрота выполнения ими подхода к подкрепляемому концу рукава [17].

Интересно заметить, что существуют различные модификации этих установок. К примеру, сочетание Т-лабиринта с водным тестом Морриса. Такой водный вариант Т-лабиринта позволяет избежать обонятельных меток животных и не требует пищевого подкрепления. Таким образом, данная модификация установок сочетает в себе преимущества сухого Т-лабиринта и водного теста Морриса, но в то же время лишена многих недостатков обоих тестов [18].

4. *Лабиринт Барнес (Barnes Maze).* В данном лабиринте также исследуются процессы памяти и обучения на основе пространственной навигации. Животное обучается избегать какого-либо раздражающего фактора в небольшой тёмной камере. С помощью данного метода исследуют различные нейронные заболевания, в частности, болезнь Альцгеймера [19]. Лабиринт Барнес входит в перечень установок для выполнения психофармакологических тестов согласно приказа Минздрава России № 281 от 30.04.2013 г.

Установка состоит из платформы (диаметр – 92 сантиметра) с двадцатью отверстиями (диаметр каждого – около 5 сантиметров), расположенными по её краю. Только одно из отверстий пригодно для того, чтобы там спрятаться, остальные отверстия являются ложными. Установка приподнята над полом на 105 сантиметров (рис. 3) [16]. В качестве раздражающего стимула используют яркий свет, сильный шум, вентилятор или непосредственное отвращение грызунов к открытому пространству, что мотивирует животное искать себе убежище [20].

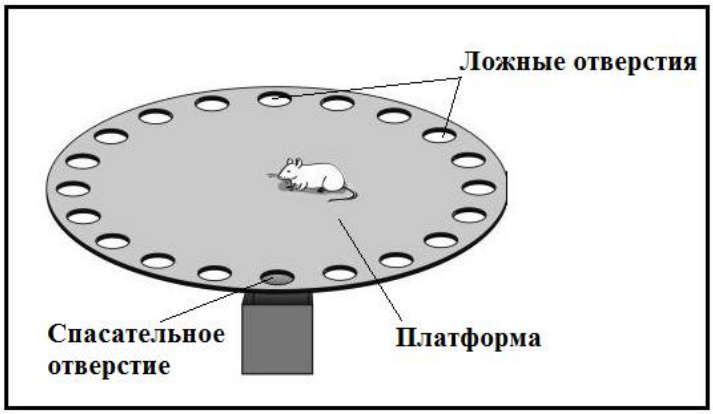


Рис. 3 – Схематичное изображение лабиринта Барнес

Нормальный грызун быстро научится находить спасательный ящик, не пытаясь сбежать через ложные отверстия. Животное с дефектами пространственной памяти будет каждый раз спонтанно и случайно исследовать все отверстия. В качестве дополнительной мотивации допускается использовать пищу, которую кладут в спасательный ящик. Для ориентировки животных возможно использование специальных знаков [19]. После каждого животного необходимо мыть арену для удаления запахов, либо использовать специальный механизм, позволяющий поворачивать арену вокруг своей оси.

Преимуществом метода является то, что он гораздо менее стрессирует животное. Неприятные стимулы сведены к минимуму и являются менее агрессивными, чем в остальных лабиринтах [20].

Методы и оборудование для оценки тревожности

1. *Тёмно-светлая камера (Light-dark exploration box)* используется в нейробиологических и психофармакологических исследованиях для изучения поведения грызунов в условиях переменной стрессогенности. Данный метод необходим для типирования животных по предпочтению темноты или света перед проведением теста «Приподнятый крестообразный лабиринт» [4]. Согласно приказа Минздрава России № 281 от 30.04.2013 г. методика входит в перечень установок для выполнения психофармакологических тестов.

Установка представляет собой бокс, разделённый на две части: тёмная (закрытая) часть, занимающая 1/3 пространства, и светлая часть, содержащая две лампы (40 Вт) [21].

Продолжительность теста для каждого животного составляет 3 минуты. Животное помещают на середину светлого отсека, хвостом к отверстию в тёмный отсек. Осуществляют видеорегистрацию поведения. После проведения теста анализируют время пребывания животного в отсеках, число заходов в отсеки, число выглядываний, число стоек, грумминг. Уменьшение числа заходов в светлый отсек, времени пребывания в нём, числа стоек и увеличение коротких груммингов свидетельствует о нарастании тревожности в поведении животных.

Ограничением метода является повышенная активность лабораторных животных либо, наоборот, их замирание, что может привести к неправильной трактовке результатов [22] .

2. *Приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ, Elevated Plus-Maze)* – один из широко используемых тестов определения тревожности у грызунов. Тест является информативной методикой, которая позволяет оценить нейротропные эффекты повреждающих факторов окружающей среды, и позиционируется как одна из наиболее чувствительных моделей для исследования тревожности животного [23]. Тест согласно приказа Минздрава России № 281 от 30.04.2013 г. входит в перечень установок для выполнения психофармакологических тестов.

Установка представляет собой квадратную площадку (5×5 см) и четыре перпендикулярно расположенных «рукава»: два закрытых и два открытых [23]. Закрытые «рукава» являются аналогом норы, а открытые – потенциально опасной областью. Размер «рукавов» составляет 50×14 см для крыс и 30×5 см – для мышей. Лабиринт приподнят над полом на 50-70 см [21].

Продолжительность теста для каждого животного составляет 3-5 минут. Животное помещают в центр лабиринта, носом к открытому «рукаву». Осуществляют видеорегистрацию поведения. Фиксируют следующие показатели: двигательную активность – вертикальную и горизонтальную; время пребывания в закрытых, открытых «рукавах» и в центральной зоне; количество заходов в них. Тест основан на неприязни грызунов к свету. Ограничением метода являются: возможность падения животных с установки, однако встречается это довольно редко; замирание животных; высокая активность животных.

Важным является расчёт следующих индексов: In – отношение числа заходов в открытые «рукава» к общему числу заходов, It – отношение времени нахождения в светлых «рукавах» к суммарному времени нахождения.

Как правило, не использованные ранее в иных экспериментах животные предпочитают большую часть времени проводить в закрытых «рукавах», а в случае выхода в открытые находятся в них короткое время [24]. Время нахождения на центральной площадке позволяет оценить показатель принятия решения. По общему числу заходов в открытые и закрытые «рукава» и вертикальным стойкам можно оценить общую двигательную активность. Эмоциональность крыс оценивается по числу мочеиспусканий и дефекаций [25-27].

Только через 7 дней после эксперимента можно проводить иные тесты с животными (тест «Мориса», «Открытое поле»). После проведения ПКЛ лабораторных животных не следует повторно тестировать ранее, чем через 28 суток. При проведении повторного тестирования лабиринт необходимо перенести в другое помещение [28] .

3. *Открытое поле (ОП, Open field test)* используется для изучения поведения животных в новых условиях [29, 30]. С помощью данного теста можно оценить выраженность и динамику отдельных поведенческих элементов, уровень эмоционально-поведенческой активности, уровень исследовательского поведения [31]. «Open field test» входит в перечень установок для выполнения психофармакологических тестов согласно приказа Минздрава России № 281 от 30.04.2013 г.

Установка представляет собой квадратную (для мышей – 60×60 см, для крыс – 80×80 см) или круглую (для мышей – d=63 см, для крыс – d=97 см) площадку. Площадь разделена на 25 равных секторов, на пересечении которых – 16 отверстий (для мышей – d=1,5 см, для крыс – d=3 см) [21].

Продолжительность теста для каждого животного составляет 3-5 минут. Во время опыта установка находится в специальной звукоизолированной комнате [24]. Животное помещают в центр площадки. Осуществляют видеорегистрацию поведения. Регистрируют горизонтальную двигательную активность – число пересечений квадратов 4 лапами; вертикальную двигательную

активность – вертикальные стойки с опорой и без; число обследований отверстий – заглядывание в отверстия, обнюхивание; грумминг – короткий и длительный; регистрируют вегетативную деятельность – дефекация и мочеиспускание.

Параметры двигательной активности и обследование отверстий являются показателями ориентировочно-исследовательской активности. Уровень дефекаций является индексом эмоциональной активности. Раздельно учитывается короткий и длительный грумминг. Короткий грумминг характеризуется 1-2 быстрыми круговыми движениями лап вокруг носа, длительный грумминг – умывание в области глаз, заведение лап за область ушей. Рекомендуется соблюдать необходимый временной интервал для повторного тестирования.

4. *Закапывание шариков* (Marble test) является информативным методом оценки обсессивно-компульсивного расстройства у грызунов, связанного с навязчивыми идеями и действиями, которые направлены на снижение тревоги. Процесс закапывания является обычной поведенческой привычкой у грызунов, однако аберрантное закапывание может представлять собой неофобное и компульсивное поведение [32].

В клетку насыпают опилки слоем 3-5 см, сверху равноудаленно раскладывают 20 (9) стеклянных шариков диаметром 1 (1,5) см. Крысу помещают в клетку на 30 минут. По истечении этого времени подсчитывают число шариков, закрытых опилками более чем на 2/3. В эксперименте каждое животное тестируется 3 раза [33, 34].

Данные тесты рекомендуется проводить совместно, они будут взаимодополнять друг друга, благодаря чему будут получены более точные результаты.

Методы и оборудование для оценки социальности

1. Трёхкамерный социальный тест (Three chamber sociability test) является общепринятым методом оценки социального поведения у грызунов. Изменения в социальном поведении могут быть симптомами психиатрических и неврологических нарушений.

Грызуны, как правило, предпочитают проводить больше времени с другими грызунами (общительность) и исследовать новый объект, чем им знакомый (социальная новизна) [35]. Основываясь на этих наклонностях, тест помогает выявить грызунов с дефицитом в общительности и социальной новизны. Также установка используется для изучения аутизма, родительского поведения, коммуникабельности и социальной памяти [31].

Установка представляет собой бокс (60×40 см) с тремя отсеками (рис. 4). Размер центрального отсека составляет 20×60 см, боковые отсеки – 19,5×40 см. Боковые отсеки содержат два сетчатых ограждения для новых объектов (НПО «Открытая наука», Россия).

Рис. 4 – Схематичное изображение проведения трёхкамерного социального теста

Исследование состоит из трёх 10-минутных этапов: на первом этапе тестируемое животное помещают в центральный отсек для адаптации к установке; на втором этапе – в левый отсек помещают «стимул» (новое незнакомое животное) и осуществляют видеорегистрацию поведения; на третьем этапе – в правый боковой отсек помещают новый «стимул». Осуществляют видеорегистрацию поведения. В тесте оценивается время, проведённое животным в каждой камере; время, затраченное на контакт с «животным-стимулом». «Животное-стимул» берут из разных клеток и до проведения теста оно не контактируют с исследуемым животным.

Тревожность – один из важнейших факторов, который может повлиять практически на все формы поведения, в том числе и социальное. Так, на инициацию, продолжительность и интенсивность социальных взаимодействий влияет уровень тревожности: чем выше тревожность, тем меньше будут параметры социального поведения.

Методы и оборудование для оценки двигательных нарушений

1. Сужающаяся дорожка (Beam-walking) используют для оценки сенсомоторных движений, как правило, задних конечностей и, в меньшей мере, передних [36]. Тест часто используют при моделировании патологических состояний мозга, связанных с повреждением моторной коры.

Установка представляет собой сужающуюся дорожку (для крыс – l=165 см, для мышей – l=100 см) с нижней планкой, на конце дорожки располагается тёмный отсек (рис. 5). Чтобы наблюдать походку животного с обеих сторон используют зеркало (30×150 см) (НПО «Открытая наука», Россия).

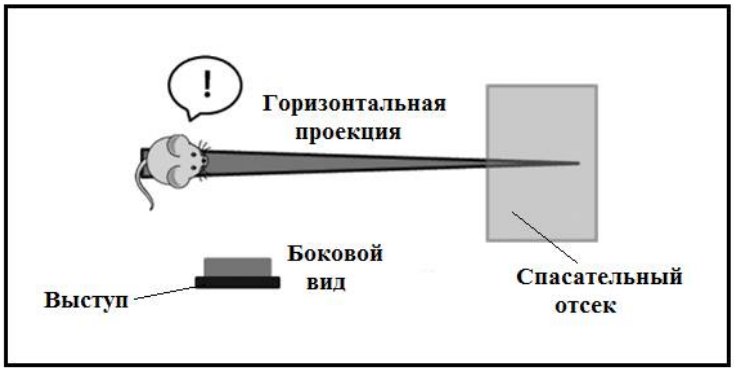


Рис. 5 – Схематичное изображение проведения метода сужающейся дорожки

Тестирование животных длится в течение трёх дней. Первые два дня животных обучают и только на третий день проводят непосредственное тестирование. В начале тестирования животное помещают в тёмный отсек на 1 минуту. Обучение начинается с того, что животное сначала сажают вблизи (5-7 см) от тёмного бокса. Далее это расстояние постепенно увеличивали до ¼, ½, ¾ длины планки. На третий день животное тестируют: запускают с самого начала планки. Каждому животному дают три попытки пройти данный тест. Осуществляют видеорегистрацию поведения.

В тестировании подсчитывают количество постановок конечности на нижнюю планку (ошибок), количество соскальзываний конечности с верхней планки на нижнюю (когда передняя или задняя лапа размещена на обеих планках) и общее количество шагов, произведённых от стартовой линии до захода животного в тёмный отсек. Для передней и задней лап подсчёт ведут отдельно. Полученные данные по трём попыткам усредняют. Степень выраженности сенсомоторного дефицита (СД) рассчитывают по формуле в процентах:

СД=(ошибка+0,5×соскальзывание)/общее количество шагов×100

2. Цилиндр (Cylinder test) используют для оценки асимметрии использования передних конечностей при одностороннем повреждении сенсомоторной коры головного мозга грызунов. Благодаря тесту можно изучить асимметрию в использовании передних лап. Методика имеет высокую чувствительность к хроническому сенсомоторному дефициту, который другие тесты не в состоянии определить.

Установка представляет собой небольшой площади цилиндр (d=20 см, h=30 см) (НПО «Открытая наука», Россия).

Продолжительность теста для каждого животного составляет 5-8 минут. Животное помещают в цилиндр, где оно проявляет ориентировочно-исследовательскую деятельность – исследует передними конечностями стенки цилиндра. Осуществляют видеорегистрацию поведения. Учитывают использование передних конечностей: независимое использование левой или правой лапок, одновременное использование обеих конечностей. Для здоровых животных характерно использование обеих лапок, а при одностороннем повреждении грызуны используют преимущественно только одну здоровую конечность [37].

Выводы.

Обобщая информацию о представленных методы оценки поведения животных, необходимо отметить важность их комплексного применения для повышения точности и достоверности проводимого исследования [38]. Последовательность методов сводится к переходу от относительно простых задач к более сложным.

Литература

1. Изучение поведенческих особенностей животных с учётом функциональной межполушарной асимметрии / С.В. Нотова, Е.С. Петросиенко, И.И. Черемушникова, А.А. Бирюков // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 6. С. 84-87.

2. The effect of iron nanoparticles on performance of cognitive tasks in rats / E.V. Sheida, O.Yu. Sipailova, S.A. Miroshnikov, E.A. Sizova, S.V. Lebedev, E.A. Rusakova, S.V. Notova // Environmental Science and Pollution Research. 2017. V. 24. Issue 9. P. 8700-8710.

3. Показатели адаптивности к физической нагрузке лабораторных животных в условиях экспериментального изменения тиреоидного статуса / С.В. Мирошников, С.В. Нотова, А.Б. Тимашева, Л.Е. Маньшина // Фундаментальные исследования. 2012. № 10(1). С. 73-77

4. Амикишиева А.В.Поведенческое фенотипирование: современные методы и оборудование // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2009. № 3. С. 529-542.

5. Wang Y.J., Guo X.Y., Wang J. Influences of repeated propofol anesthesia on hippocampal apoptosis and long-term learning and memory abilities of neonatal rats // Beijing Linye Daxue Xuebao. 2017. 49(2). P. 310-314.

6. Novel Shank mutant exhibits behaviors with face validity for autism and altered striatal and hippocampal function / T.C. Jaramillo, H.E. Speed, Z. Xuan, J.M. Reimers, C.O. Escamilla, T.P. Weaver, S. Liu, I. Filonova, C.M. Powell // Autism Research. 2017. 10(1). P. 42-65.

7. Rehabilitative Success After Brain Trauma by Augmenting a Subtherapeutic Dose of Environmental Enrichment With Galantamine / P.B. de la Tremblaye, J.L. Wellcome, B.W. de Witt, J.P. Cheng, ER. Skidmore, CO. Bondi, AE. Kline // Neurorehabilitation and Neural Repair. 2017. 57(4). P. 117-123.

8. TRPML1 Participates in the Progression of Alzheimer's Disease by Regulating the PPARγ/AMPK/Mtor Signalling Pathway / L. Zhang, Y. Fang , X. Cheng, Y. Lian, H. Xu, Z. Zeng, H. Zhu // Cellular Physiology and Biochemistry. 2017. 43(6). P. 2446-2456.

9. Buccafusco J.J. Methods of Behavior Analysis in Neuroscience. Florida: CRC Press, 2000. 352 p.

10. Vorhees C.V., Williams M.T. Morris water maze: procedures for assessing spatial and related forms of learning and memory // Nature Protocols. 2006. 1(2). P. 848-858.

11. Проведение и автоматизация теста «водный лабиринт Морриса» в условиях SPF-вивария / Н.В. Хоцкин, В.А. Куликов, Е.Л. Завьялов, Д.В. Фурсенко, А.В. Куликов // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. № 19(4). С. 388-393.

12. Восьмирукавный радиальный лабиринт как инструмент для оценки пространственного обучения и памяти у мышей / Я.В. Горина, О.Л. Лопатина, Ю.К. Комлева, А.М. Иптышев, А.М. Польников, А.Б. Салмина // Сибирское медицинское обозрение. 2016. № 5. С. 46-52.

13. Плескачева М.Г. Поведение и пространственное обучение птиц в радиальном лабиринте // Журнал высшей нервной деятельности. 2008. № 3. С. 309-327.

14. Alzoubi K.H. Subeh Al Z.Y., Khabour O.F. Evaluating the protective effect of etazolate on memory impairment, anxiety- and depression-like behaviors induced by post traumatic stress disorder // Brain Research Bulletin. 2017. 135. P. 185-192.

15. Evaluation of the Effect of Moringa peregrina Extract on Learning and Memory: Role of Oxidative Stress / K.H. Alzoubi, N.Q. Rawashdeh, O.F. Khabour, T. El-Elimat, H. Albataineh, H.M. Al-Zghool, Q. Alali // Journal of Molecular Neuroscience. 2017. 63(3-4). P. 355-363.

16. Hippocampal adult neurogenesis: Its regulation and potential role in spatial learning and memory / Claudia Lieberwirth, Yongliang Pan, Yan Liu, Zhibin Zhang, Zuoxin Wang // Brain Research. 2016. 1644: P. 127-140.

17. Голибродо В.А. Исследование когнитивных способностей лабораторных мышей с использованием генетических моделей: автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2014. 27 с.

18. Just Add Water: Cannabinoid Discrimination in a Water T-Maze with FAAH$^{(-/-)}$ and FAAH$^{(+/+)}$ Mice / L. Wiley. Jenny, W. Lefever. Timothy, S. Pulley. Nikita, Julie A. Marusich, F. Cravatt. Benjamin, H. Aron Lichtman // Behavioural Pharmacology. 2017. 27(5). P. 479-484.

19. Rosenfeld C.S., Ferguson S.A. Barnes Maze Testing Strategies with Small and Large Rodent Models // Journal of Visualized Experiments. 2014. Issue 84. e51194. doi: 10.3791/51194.

20. Yusuke Suzuki, Itaru Imayoshi Network analysis of exploratory behaviors of mice in a spatial learning and memory task // Public Library of Science. 2017. 12(7). P. 67-78.

21. Самотруева М.А., Тёплый Д.Л., Тюренков И.Н. Экспериментальные модели поведения // Экспериментальная физиология, морфология и медицина. 2009. № 2(27). С. 140-152.

22. Hascoët M., Bourin M. The mouse light-dark paradigm: a review // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. 2001. 25(1). P. 141-166.

23. Медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов: метод. указания. М., Изд-во стандартов, 2010. 122 с.

24. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных: справочник / Т.В. Абрашова, Я.А. Гущин, М.А. Ковалёва, А.В. Рыбакова, А.И. Селезнёва, А.П. Соколова, С.В. Ходько. СПб.: ЛЕМА, 2013. 116 с.

25. A computational model for exploratory activity of rats with different anxiety levels in elevated plus-maze / A. Costa, S. Morato, A. Roque, R. Tinós // Neuroscience Methods. 2014. 236. P. 44-50.

26. Characterization of the rat exploratory behavior in the elevated plus-maze with Markov chains / J. Tejada, G. Bosco, S. Morato, A. Roque // Neuroscience Methods. 2010. 193(2). P. 288-295.

27. Ennaceur A., Chazot P. Preclinical animal anxiety research – flaws and prejudices // Pharmacology Research and Perspectives. 2016. 4(2). P. 223-232.

28. Верификация теста «Приподнятый крестообразный лабиринт»: метод. указания. М.: ООО «НПК Открытая Наука», 2011. 5 с.

29. Element Status in Rats at Intramuscular Injection of Iron Nanoparticles / E.A. Sizova, E.V. Yausheva, S.A. Miroshnikov, S.V. Lebedev, G.K. Duskaev // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. 12. P. 119-127.

30. Change of Elemental Composition in Muscular Tissue and Hair under Food Stress // S.V. Notova, A.H. Duskaeva, S.A. Miroshnikov, G.K. Duskaev, E.A. Sizova // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. 12. P. 25-31.

31. Yang M., Silverman J.L., Crawley J.N. Automated three-chambered social approach task for mice // Current Protocols in Neuroscience. 2011. Supplement 56: 8.26:8.26.1-8.26.16. doi: 10.1002/0471142301.ns0826s56

32. Моделирование обсессивно-компульсивного и аддиктивного игрового поведения у крыс введением фенамина в тесте закапывания шариков / П.Д. Шабанов, А.А. Лебедев, Н.Д. Якушина, А.Г. Пшеничная, Е.Р. Бычков // Наркология. 2017. Т. 16. № 1(181). С. 32-38.

33. Кудряшов Н.В. Экспериментальное изучение психотропной активности производных пиразоло[с]пиридина гиж-7 и пирролодиазепина гмал-24 в условиях непредсказуемого хронического умеренного стресса: автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2015. 22 с.

34. Семёнова А.А. Влияние глиального нейротрофического фактора на поведение и серотониновую систему мозга мышей с генетической предрасположенностью к патологическому поведению: автореф. дис. … канд. биол. наук. Новосибирск, 2016. 20 с.

35. C57BL/6J mice fail to exhibit preference for social novelty in the three-chamber / B.L. Pearson, E.B. Defensor, D.C. Blanchard, R.J. Blanchard // Behavioural Brain Research. 2010. 213(2). P. 189-194.

36. Павшинцев В.В. Изучение роли активных форм кислорода в патогенезе ишемии-реперфузии и паркинсоноподобного состояния, вызванного введением протоксина МФТП, на животных моделях: автореф. дис. … канд. биол. наук. М, 2017. 23 с.

37. Оценка сенсомоторного дефицита в отдаленном периоде после ишемии/гипоксии головного мозга неонатальных крыс / Д.Н. Силачёв, М.И. Шубина, С.С. Янкаускас, В.П. Мкртчян, В.Н. Манских, М.В. Гуляев, Д.Б. Зоров // Журнал высшей нервной деятельности. 2013. № 3. С. 405-416.

38. Agomelatine, venlafaxine, and running exercise effectively prevent anxiety- and depression-like behaviors and memory impairment in restraint stressed rats / S. Lapmanee, J. Charoenphandhu, J. Teerapornpuntakit, N. Krishnamra, N. Charoenphandhu // Public Library of Science. 2017. 78(2). P. 145-162.

Нотова Светлана Викторовна, доктор медицинских наук, профессор, первый заместитель директора ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-80, e-mail: snotova@mail.ru; профессор кафедры биохимии и микробиологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13

Казакова Татьяна Витальевна, магистрант кафедры биохимии и микробиологии химико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, тел.: 8-987-888-45-28, e-mail: vaisvais13@mail.ru; научный сотрудник Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Маршинская Ольга Владимировна, магистрант кафедры биохимии и микробиологии химико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, 13, тел: 8-987-899-30-68, e-mail: m.olja2013@yandex.ru; научный сотрудник Испытательного центра ФГБНУ «ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29

Поступила в редакцию 6 февраля 2018 года

UDC 159.98

Notova Svetlana Viktorovna[1,2], Kazakova Tatyana Vitalevna [1,2], Marshinskaya Olga Vladimirovna [1,2]

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

[2] *FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University»,* e-mail: vaisvais13@mail.ru

Modern methods and equipment for assessing the behavior of laboratory animals (review)

Summary. Assessment of behavioral reactions of animals is an integral part of many studies and can detect violations of the functioning of the nervous system. The article presents a generalized material on modern methods of assessing cognitive functions, anxiety, social and motor disorders of laboratory rats and mice. Specialized equipment, key moments of the experiment and field of application of these methods are described in brief.

Key words: laboratory animals, behavior, cognitive function, anxiety, sociality, movement disorders, experimental models.

УДК 636.085:577.17

Баланс азота, обмен кальция и фосфора в организме бычков при использовании рационов, содержащих высокодисперсные частицы металлов

М.Я. Курилкина[1], Т.Н. Холодилина[1,2], Д.М. Муслюмова[1], О.А. Завьялов[1], К.Н. Атландерова[1]
[1] ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»
[2]ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. Изучено влияние экструдированной кормовой добавки, включающей в свой состав высокодисперсные порошки меди, цинка, железа и кальцийсодержащий препарат, на баланс минеральных веществ в организме бычков казахской белоголовой породы. В результате проведённого исследования установлено, что использование в рационе животных экструдированной добавки с высокодисперсными комплексами способствует улучшению использования азота, кальция и фосфора в организме, что благоприятствует высокой интенсивности роста молодняка.

Так, в опытных группах, получавших экструдированные добавки, наблюдается повышение использования азотистой части рационов: от принятого – на 0,7-1,05 %, от переваренного – 0,56-0,57 % относительно контрольной группы. А по использованию кальция и фосфора из корма бычки опытных групп превалировали над контрольной группой на 1,6-5,2 % и 0,6-0,8 %.

Ключевые слова: бычки, казахская белоголовая порода, экструдирование, высокодисперсные порошки металлов, кальцийсодержащий препарат, обмен азота, обмен кальция и фосфора, баланс минеральных веществ.

Введение.

На сегодняшний день вопрос рационализации минерального питания сельскохозяйственных животных решается путём использования различных металлсодержащих веществ, как источников минеральных добавок эссенциальных элементов [1-3].

В последние годы усиленное развитие биотехнологии обуславливает появление на рынке кормовых добавок как источника минеральных веществ биологически активных добавок высокодисперсных порошков металлов (ВДПМ), которые с успехом применяются в птицеводстве и животноводстве [4]. Данные добавки обладают высокой биологической активностью и меньшей токсичностью в сравнении с другими формами металлов, в результате чего вызывают значительный интерес у учёных [5]. С помощью высокодисперсных веществ возможно корректировать ряд биохимических процессов, а также состояние защитных механизмов организма [6-10].

Однако применение различных кормовых и биологически активных добавок требует всестороннего изучения их влияния на организм животных. Огромную роль играет вопрос установления оптимальной дозировки и режима использования добавки, их соотношение с нормами и другими факторами [11].

В этой связи перспективными представляются исследования, направленные на разработку кормовых добавок с препаратами эссенциальных микроэлементов, на основе высокодисперсных порошков металлов и оценка их продуктивного действия и характеристик организма животных, получающих данные препараты.

Цель исследования.

Изучение баланса азота, кальция и фосфора в организме бычков при включении в рацион экструдированных добавок с высокодисперсным комплексом металлов и кальцийсодержащим препаратом.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Бычки казахской белоголовой породы в возрасте 13 месяцев.

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. Для проведения физиологического исследования в ООО «Жуково» Бугурусланского района Оренбургской области были подобраны 9 бычков и согласно схеме исследований сформированы три группы по три головы в каждой : контрольная и две опытные. Составление рационов производилось посредством учёта химического состава кормов, а в состав концентрированной части рациона был включён премикс согласно детализированным нормам кормления [12]. Животные всех групп в подготовительный период получали опытные рационы. Бычки контрольной группы получали основной рацион, в кормлении бычков опытных групп в составе рационов заменяли 30 % концентрированной части основного рациона экструдированными кормовыми добавками. В состав рациона I опытной группы вводился экструдат, состоящий из пшеничных отрубей, а в состав рациона II опытной группы входил экструдат из пшеничных отрубей и высокодисперсных порошков металлов (79,9 % пшеничных отрубей; 20 % высокодисперсного кальцийсодержащего препарата; 0,1 г Zn; 2 г Fe; 0,1 г Cu).

В исследовании использовались высокодисперсные порошки карбоната кальция (кальцийсодержащий препарат) – частицы менее 10 мкм, Cu, Zn, Fe, произведённые Alfa Aesar GmbH & Co KG, размер частиц – 9-10 мкм, чистота – 99,7 % (EEC № 231-096-4).

С целью определения переваримости питательных веществ и эффективности использования азотистой части корма в конце подготовительного периода были проведены 8-суточные балансовые опыты по общепринятой методике [13, 14].

В подготовительный период установлена поедаемость кормов, животные приучались к оборудованию для проведения балансовых опытов. В учётный период проводился строгий индивидуальный учёт съеденных кормов и их остатков, общее количество выделенных за сутки кала и мочи.

По результатам балансовых опытов были определены показатели обмена азота, кальция и фосфора в организме подопытных животных.

Оборудование и технические средства. Для производства опытных экструдатов использовали одношнековый пресс-экструдер ПШ-30/1 (Россия), производительностью 45 кг/ч и мощностью 7,7 кВт. Процесс экструдирования осуществлялся под давлением 10 мПа и при температуре +120 °С, влажность готовой смеси составляла 30 %.

Средние образцы кормов, их остатков, пробы кала (3 % от веса) были исследованы по методикам зоотехнического анализа и биохимических исследований (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1976; Разумов В.А., 1986), в пробах мочи (2 % от веса) определили количество азота (методом Къельдаля), кальция и фосфора (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1976) – на базе Испытательного центра ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Статистическая обработка. Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Достоверными считали различия при $P \leq 0,05$. Оценку статистической значимости различий между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований.

Ввиду того что белковые структуры содержат азот, изучение азотистого обмена в организме животных даёт возможность установить биологическую полноценность рациона и является показателем способности животных использовать азотистую часть потребляемых кормов. О количестве поступившего в организм и разрушенного в нём белка судят по величине азотистого баланса. У растущих организмов по количеству усвоенного азота можно судить об интенсивности их роста [15].

В процессе физиологического опыта нами был изучен обмен азота в организме подопытных бычков (рис. 1).

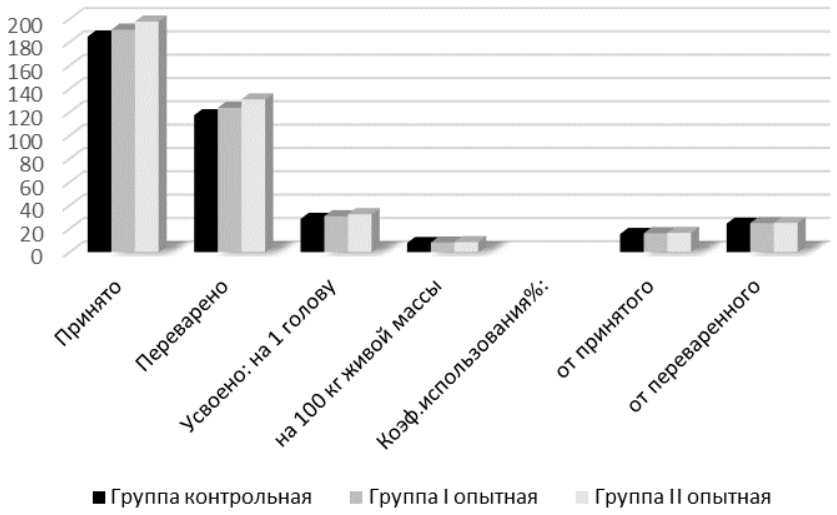


Рис. 1. – Среднесуточный баланс азота в организме подопытных бычков, г/гол.

Анализ полученных данных показал, что применение экструдтированной добавки в рационе кормления подопытного молодняка значительно сказалось на потреблении бычками азота корма. Бычки опытных групп, получавшие в составе рациона взамен зерновой части концентратов экструдированную добавку, достоверно превосходили контрольных сверстников по потреблению азота на 3,2 и 7,0 % (P≤0,05). По данному показателю бычки II опытной группы превалировали сверстников I группы на 3,6 % (P≤0,05).

В связи с тем, что подопытные бычки всех исследуемых групп через желудочно-кишечный тракт выделяли одинаковое количество азота в количестве 66,7-67,4 г, закономерность в переваренном его количестве сохранялась между животными всех исследуемых групп. Бычки опытных групп, получавших в составе рациона экструдированные добавки, переваривали азот на 5,4 и 11,5 % (P≤0,05) выше сверстников контрольной группы.

Количество выделенного азота с мочой у животных опытных групп было выше на 4,6 и 10,7 %, чем у сверстников из контрольной группы.

В результате наших исследований установлен положительный баланс азота в организме подопытных бычков всех исследуемых групп. Среднесуточная усвояемость азота может свидетельствовать о высокой интенсивности роста подопытных животных.

По количеству усвоенного азота бычки опытных групп превосходили сверстников контрольной группы на 7,3 и 12,4 % (P≤0,05). Наиболее высокий уровень усвоения азота отмечался у бычков II опытной группы, превышая I опытную на 5,8 % (P≤0,05).

В результате использования в рационе опытного молодняка экструдированных добавок происходит повышение использования азотистой части рационов относительно контроля: от принятого – на 0,7 и 1,05 %, от переваренного – 0,56 и 0,57 % соответственно.

В нашем исследовании было изучено влияние использования экструдированной добавки с высокодисперсными порошками металлов и кальцийсодержащим препаратом в составе рациона на обмен кальция и фосфора в организме подопытных бычков, а также возможность использования данных веществ из рациона (рис. 2).

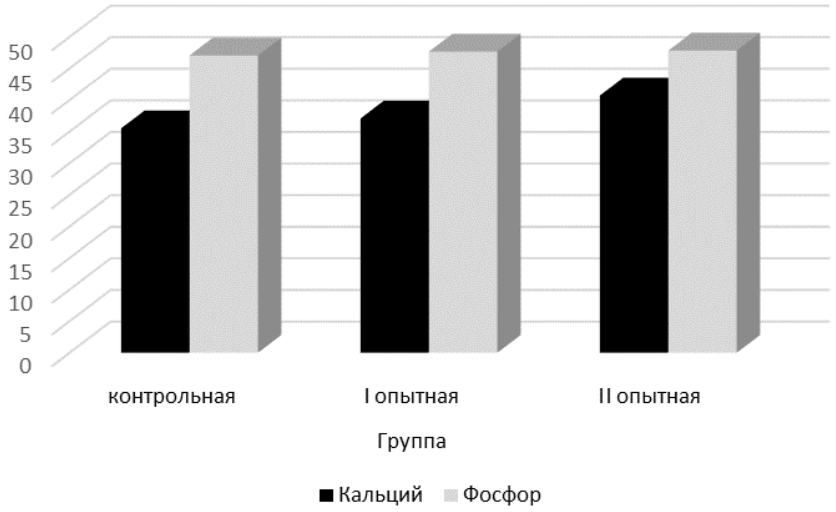


Рис. 2. – Коэффициент использования кальция и фосфора в организме подопытных бычков, %

Полученные данные показали положительный баланс кальция и фосфора у животных всех исследуемых групп. Подопытный молодняк, потреблявший в составе своего рациона экстрадированные кормовые добавки, превалировал по усвоению кальция и фосфора. Так, по использованию кальция и фосфора из корма бычки опытных групп превышали своих сверстников из контрольной группы на 1,6 и 5,2 % и 0,6 и 0,8 % соответственно.

В рамках проведённых исследований было установлено, что введение в состав рациона экструдированных кормовых добавок, содержащих в своём составе высокодисперсные порошки металлов и кальцийсодержащий препарат, значительно влияет на баланс минеральных веществ в организме подопытных животных.

Обсуждение полученных результатов.

Белки, или протеины, играют исключительно важную роль в организме животных. Они являются главными носителями жизни, входят в состав всех клеточных структур, принимают участие во всех регуляторных и защитных процессах организма. Белки в организме играют не только пластическую роль, они могут использоваться и в качестве энергетического материала.

Белки составляют примерно 16-18 % массы тела животных и находятся в организме в состоянии динамического равновесия. Они содержат, в отличие от других органических соединений, азот, поэтому не могут образовываться из жиров и углеводов. Белки обязательно должны поступать в организм с кормом.

Необходимо отметить, что баланс азота имеет особое значение, так как хорошая переваримость элемента ещё не значит, что он будет эффективно использоваться в организме. Наряду с изучением баланса азота остро встаёт вопрос изучения обмена минеральных веществ в организме жвачных животных. Низкий уровень протеина снижает эффективность усвоения кальция и фосфора. Причём качество и источник белка имеют не меньшее значение, чем его количество [16-19].

Изучение баланса азота и основных минеральных веществ имеет большое значение в прогнозировании и регулировании обмена веществ в организме жвачных животных, что даёт возможность на основании проведённых исследований и полученных данных повышать продуктивность животных и использование ими корма [20].

По результатам наших исследований отмечено благоприятное воздействие скармливания рационов, содержащих экструдированную кормовую добавку с высокодисперсными частицами металлов и кальцийсодержащим препаратом. У подопытных бычков был установлен положитель-

ный баланс кальция и фосфора, что говорит об усвоении указанных элементов в организме животных, а также установлен положительный баланс азота, что является признаком высокой интенсивности роста молодняка.

Сходные эффекты ранее были получены в исследованиях при выращивании сельскохозяйственных животных и птицы. Применение высокодисперсных порошков металлов совместно с ферментными препаратами, а также белково-витаминно-минеральными кормовыми добавками на основе высокодисперсных металлов оказывало эффективное влияние на интенсивность белкового обмена и использование азота животными [21-25].

В связи с этим исследования, направленные на изучение влияния высокодисперсных частиц металлов и кальцийсодержащего препарата в составе экструдированной кормовой добавки на эффективность использования рационов сельскохозяйственными животными, имеют большой интерес.

Выводы.

Таким образом, в результате наших исследований установлено, что у бычков, получавших в составе рациона экструдированную кормовую добавку с высокодисперсными порошками меди, цинка, железа и кальцийсодержащим препаратом, отмечен положительный баланс азота, кальция и фосфора. Это свидетельствует об интенсификации белкового и минерального обменов в организме животных и как следствие – о повышении их продуктивности.

Литература

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

2. Глущенко Н.Н. Физико-химические закономерности биологического действия высокодисперсных порошков металлов: автореф. дис. … д-ра биол. наук. М., 1988. 50 с.

3. Холодилина Т.Н., Медведев С.А. Влияние пищевых волокон, подвергнутых различным видам обработки, на обмен химических элементов в организме // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 6(155). С. 24-27.

4. Яушева Е.В. Влияние ультрадисперсных препаратов железа и меди на продуктивность и обмен веществ цыплят-бройлеров: автореф. дис. … канд. биол. наук. Оренбург, 2016. 24 с.

5. Сайтханов Э. О. Физиологическое состояние и иммунобиологический статус поросят при введении в рацион ультрадисперсного порошка железа: дис. … канд. биол. наук. Рязань, 2011. 166 с.

6. Copper nanoparticles as modulators of apoptosis and structural changes in some organs / E.A. Sizova, S.A. Miroshnikov, V.S. Poliakova, S.V. Lebedev, N.N. Glushchenko // Morfologiia. 2013. № 144(4). P. 47-52.

7. Iron depletion and repletion with ferrous sulfate or electrolytic iron modifies the composition and metabolic activity of the gut microbiota in rats /A. Dostal, C. Chassard, F.M. Hilty, M.B. Zimmermann, T. Jaeggi, S. Rossi, C. Lacroix // The Journal of Nutrition. 2012. № 142(2). P. 271-277.

8. Изучение безопасности введения наночастиц меди с различными физико-химическими характеристиками в организм животных / О.А. Богословская, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, С.А. Мирошников, И.О. Лейпунский, И.П. Ольховская, Н.Н. Глущенко // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 2. С. 124-127.

9. Курилкина М.Я., Гарипова Н.В. Влияние экструдатсодержащих кормосмесей с высокодисперсными комплексами металлов на состав продукции цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 6(50). С. 171-172.

10. Переваримость рациона и баланс питательных веществ при скармливании телятам нанопорошков кобальта и меди / Е. Ильичев, А. Назарова, С. Полищук, В. Иноземцев // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 5. С. 27-29.

11. Курилкина М.Я., Холодилина Т.Н., Кондакова К.С. Продуктивное действие биоминеральных комплексов пищевых волокон с включением различных форм металлов // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 1(84). С. 7-11.

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

13. Томмэ М.Ф. Полноценное кормление животных в условиях комплексов // Животноводство. 1973. № 6. С. 43-45.

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

15. Долженкова Г.М. Баланс азота, обмен кальция и фосфора у бычков при включении в их рацион белково-витаминно минеральной пробиотической кормовой добавки «Биодарин» // Научный альманах. 2016. № 9-2(23). С. 174-178.

16. Сравнительная оценка эффективности переваривания кормов при внесении наночастиц металлов в условиях IN VITRO / А.М. Макаева, К.Н. Атландерова, С.А. Мирошников, Д.Б. Косян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 6(68). С. 178-180.

17. Зотова Е.С. Исследование строения и свойств ультрадисперсных (нано) порошков на основе меди, магния и железа, обладающих биологической активностью: дис. … канд. тех. наук. М., 2008. 114 с.

18. Мирошников И.С. Влияние препаратов наночастиц металлов-микроэлементов на рубцовое пищеварение и метаболизм химических элементов в системе «бактерии-простейшие» рубца // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 1(97). С. 68-77.

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

20. Зависимость адгезивной активности микроорганизмов рубца и переваримости кормов от внесения минеральных добавок / К.С. Кондакова, Е.В. Япрынцева, Е.А. Дроздова, М.Я. Курилкина // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 15(134). С. 67-70.

21. Нестеров Д.В. Влияние высокодисперсных порошков металлов на обмен веществ и продуктивность животных на фоне энзимсодержащих рационов: дис. … канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 115 с.

22. The Reference Intervals of Hair Trace Element Content in Hereford Cows and Heifers (Bos taurus) / S.A. Miroshnikov, O.A. Zavyalov, A.N. Frolov, I.P. Bolodurina, V.V. Kalashnikov, A.R. Grabeklis, A.A. Tinkov, A.V. Skalny // Biological Trace Element Research. 2017. V. 180. Issue 1. P. 56-62.

23. Method of sampling beef cattle hair for assessment of elemental profile / S. Miroshnikov, A. Kharlamov, O. Zavyalov, A. Frolov, G. Duskaev, I. Bolodurina, O. Arapova // Pakistan Journal of Nutrition. 2015. T. 14. № 9. P. 632-636.

24. Эффективность производства говядины при различных технологиях доращивания и откорма / А.В. Харламов, О.А. Завьялов, А.Н. Фролов, М.Я. Курилкина, В.Л. Королёв // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 2(98). С. 93-99.

25. К разработке критериев безопасности наночастиц металлов при введении их в организм животных / Е.А. Сизова, Т.Н. Холодилина, С.А. Мирошников, В.С. Полякова // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 1. С. 40-42.

Курилкина Марина Яковлевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

Холодилина Татьяна Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Испытательным центром ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97,

e-mail: icvniims@mail.ru; старший преподаватель кафедры «Экологии и природопользования» ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, e-mail: post@mail.osu.ru

Муслюмова Дина Марсельевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)77-39-97, e-mail: icvniims@mail.ru

Завьялов Олег Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии мясного скотоводства и производства говядины ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-78, e-mail: oleg-zavyalov83@mail.ru

Атландерова Ксения Николаевна, аспирант, специалист Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-9228-13-48-65, e-mail: atlander-kn@mail.ru

Поступила в редакцию 27 февраля 2018 года

UDC 636.085:577.17

Kurilkina Marina Yakovlevna[1], Kholodilina Tatyana Nikolaevna[1,2],
Muslyumova Dina Marselyevna[1], Zavyalov Oleg Aleksandrovich[1], Atlanderova Kseniya Nikolaevna[1]
[1] *FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: icvniims@mail.ru
[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»,* e-mail: post@mail.osu.ru

The balance of nitrogen, calcium and phosphorus exchange in the body of bulls using diets containing finely dispersed metals particles

Summary. The influence of the extruded feed additive, which includes finely dispersed powders of copper, zinc, iron and calcium-containing preparation, on the balance of minerals in the Kazakh white-headed bulls was studied. As a result of the conducted research, it was found that the use of extruded additive with finely dispersed complexes in the animal's diet promotes an improvement in the use of nitrogen, calcium and phosphorus in the body, and a high growth rate of young animals.

Thus, in the experimental groups receiving extruded additives, an increase in the use of the nitrogenous portion of diets is observed: from the received one – by 0.7-1.05 %, from digested – 0.56-0.57 % relative to the control group. And according the use of calcium and phosphorus from feed, bulls of experimental groups prevailed over the control group by 1.6-5.2 % and 0.6-0.8 %.

Key words: bulls, the Kazakh white-headed breed, extrusion, finely dispersed metal powders, calcium-containing preparation, exchange of nitrogen, exchange of calcium and phosphorus, balance of mineral substances.

УДК 636.088.31:636.085

О восполнении дефицита легкоусвояемых углеводов в рационе жвачных животных с применением биотехнологий (обзор)

Н.М. Ширнина[1], Б.Х. Галиев[1], А.В. Быков[2]

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

Аннотация. Организация рентабельного ведения животноводства требует значительных вложений в подготовку высококачественных кормов, в том числе и на базе применения инновационных биотехнологических приёмов.

Установлено, что дефицит легкоусвояемых углеводов имеет устойчивый характер в большинстве животноводческих хозяйств России и фиксируется от установленных норм на уровне 40-50 %.

В животноводстве назрела необходимость в технологии, позволяющей переработку имеющихся в хозяйстве фуражного зерна, грубых и сочных кормов низкого качества в кормовой продукт с содержанием значительного количества сахаров. Известно о недостаточной эффективности использования питательных веществ кормов, которые находятся внутри клеточных стенок, состоящих из сложной клетчатки других, не крахмалистых полисахаридов.

Одним из вариантов такой технологии может быть процесс кавитационного воздействия. Эффект данной технологии заключается в том, что от энергии ударных волн схлопывающихся пузырьков, которые образовались в результате кавитации, происходит разрушение клеточных стенок и структур растительного сырья, а разогрев определённой температуры способствует гидролизу крахмала, который превращается в легкоусвояемые вещества: моносахариды, дисахариды, три сахариды.

Происходит получение кормового продукта направленного действия для жвачных животных, путём биотехнологической конверсии углеводсодержащего сырья.

Проанализировав подборку научной литературы, освещающей проблему восполнения дефицита сахаров в рационе жвачных животных, мы предполагаем, что она в условиях Южного Урала может быть преодолена за счёт переработки исходного сырья по ресурсосберегающей экологически целесообразной технологии.

Ключевые слова: жвачные животные, корма, кормопроизводство, легкоусвояемые углеводы, кавитация, биотехнология кормопроизводства, питательность корма.

Введение.

В настоящее время по ряду причин, в том числе и неполноценному питанию крупного рогатого скота, обеспечивающему значительный рост животноводческой продукции, отечественное животноводство остаётся на низком уровне эффективности, повышение его рентабельности является одной из приоритетных задач агропромышленного комплекса.

В Российской Федерации, в среднем по стране, по стоимости затрат на производство продукции животноводства приходится 65-70 % на корма. В связи с таким положением для повышения эффективности производства особую актуальность приобретает рациональное использование имеющихся кормовых ресурсов. Одним из важных компонентов увеличения продуктивности жвачных животных является полноценное сбалансированное питание [1-14].

Для получения высокой продуктивности жвачных животных в соответствии с их возможностями генетического потенциала необходимо потребление максимально большого количество сухого вещества с рационом [15].

Главной составляющей частью сухого вещества кормов растительного генезиса являются углеводы, которые при зоотехническом анализе принято делить на две группы – сырую клетчатку и безазотистые экстрактивные вещества, к последним относятся сахара и крахмал, а также другие питательные вещества.

Помимо того, что сахара и крахмал являясь одними из основных питательных веществ животного организма, служат пищей для микроорганизмов, населяющих преджелудки, и используются для синтеза их бактериального белка.

Клетчатка, которая попадает с кормами в пищеварительный тракт жвачного животного, ферментами не разрушается, и та её часть, которая не была подвергнута воздействию микроорганизмов, не используется и выделяется с каловыми массами [16].

В кормлении жвачных животных все компоненты питания в рационе значимы, однако особая роль принадлежит белкам (протеинам) и сахарам. Соотношение в рационах животных (сахар: протеин) может колебаться в широких пределах – 1,1-1,7:1,0 по молекулярной массе. Так, например, по данным Ф.Г. Кадырова, Р.Ш. Жаркова, увеличение сахаропротеинового отношения до 1:1 путём введения в рацион молодняка крупного рогатого скота кормовой патоки позволяет сократить расход концентратов на 20-25 % [17].

Если потребность в протеине в большинстве животноводческих предприятий удовлетворяется почти полностью, то дефицит легкоусвояемых углеводов носит устойчивый характер и во многих хозяйствах животноводческих ферм России в рационах крупного рогатого скота неизменно фиксируется в границах 40-50 % от нормы. Что негативно сказывается на физиологических процессах организма, приводящих к понижению продуктивности животных и качественных характеристик говядины. Источниками восполнения дефицита кормовых сахаров в рационах крупного рогатого скота являются – корнеклубнеплоды, сахарная меласса, гидролизные патоки, которые не в полной мере приносят достаточную возможность устранения недостатка, а также не всегда отвечают экономической целесообразности их использования.

Годовая потребность в сахарах рационов крупного рогатого скота в целом по Российской Федерации, по мнению экспертов, превышает 1 млн т и будет возрастать с увеличением поголовья и продуктивности животных.

В наборе кормов рациона сахара представлены глюкозой, фруктозой, мальтозой, сахарозой и др. [18].

В.Н Чюгаева, А.В Шишкин, Н.П. Шкилёв пишут, сбалансированное питание крупного рогатого скота возможно организовать только введением специфически приготовленных кормов и добавок, но это достаточно затратно при их производстве или покупке на рынке. Например, трудно сбалансировать рацион лактирующих коров по сахарам при суточной его норме около 500 г/гол. натуральными объёмистыми кормами, которые в хозяйстве в основном производятся в достаточном количестве, необходимое приобретение в большом объёме патоки для большинства хозяйств РФ является довольно затратным моментом. К тому же в неконтролируемом строго количестве введения в рацион патоки может расстроить процесс пищеварения животных. Восполнение дефицита сахаров считают авторы более целесообразно выращиванием моркови и сахарной свёклы, нежели приобретением патоки или синтетического препарата каротина [19].

Если говорить о концентрированных кормах, то к основным углеводистым зернофуражным культурам, используемым в кормлении сельскохозяйственных животных, относятся: ячмень, пшеница, кукуруза, овёс, просо, сорго, по содержанию основных питательных веществ в которых преобладают углеводы. При этом около двух третей от массы зерна приходится на содержание крахмала, по сырой клетчатке различается в зависимости от вида культуры и варьирует от 2,2 % в кукурузе и до 10 % – в овсе, а в среднем этот показатель равен 6 %. Известно, что чем выше содержание клетчатки в зерне, тем ниже усвояемая энергия. При этом надлежит также отметить недостаточную эффективность использования питательных веществ, заключённых внутри клеточных стенок, из-за наличия относительно высокого содержания в них клетчатки и других специфических углеводов, которые причисляются к группе некрахмалистых полисахаридов [20].

В животноводческой отрасли назрела необходимость в таких технологиях, которые позволяли бы перерабатывать имеющееся в хозяйствах кормовые средства в продукт, содержащий значительные количества сахаров, и делать это мало затратным и экологически безопасным способом, указывают К.Я. Мотовилов и др. Необходимы решения вопросов диететики питания, а это – повышение вкусовых качеств кормов рациона, через искусство их приготовления, использование кормовых добавок [21].

Рассматривая биотехнологию кавитирования кормов в сельском хозяйстве, поясним, что кавитационный процесс, это образование разрывов сплошной жидкости в результате понижения давления, кавитация бывает гидродинамическая и акустическая или ультразвуковая. Первый вариант, когда понижение давления случается в результате возникновения высоких местных скоростей в движущемся потоке капельной жидкой среды, второй – это следствие прохождения в жидкости ультразвуковых волн.

Весьма значимая особенность обозначенных технологий состоит в том, что в обрабатываемом корме в результате воздействия эффекта кавитации происходит разрушение оболочки клетки, состоящей из сложной клетчатки и лигнина, освобождая при этом её содержимое. При этом полученный кормовой продукт приобретает влажную форму (60-70 %) гомогенной консистенции, что является наиболее удобоваримой для пищеварения животного [21-27].

Положительный опыт применения явления кавитации при подготовки кормов с использованием кавитационного диспергатора УЖК-1000 отмечен в крестьянском фермерском хозяйстве «Щепилова С.В.» (Республика Хакасия, Алтайский район, село Белый Яр).

Указанный кавитационный диспергатор является одним из новых видов оборудования, достижением физико-химической механики. Кавитационное поле создаётся при помощи гидродинамических эффектов, что позволяет такого рода технике получать заданную среду в любой жидкости, с определёнными частотами и физическими характеристиками [28].

Улучшение кормовой базы для сельскохозяйственных животных частично возможно осуществить и за счёт новых видов кормовых продуктов, получаемых на основе использования инновационных биотехнологических приёмов, на это указывают отечественные и зарубежные учёные [29-36].

Разработаны и запатентованы новые технологии переработки зерновых фуражных кормов в кормовые сахара, продукты с содержанием легкоусвояемых углеводов от 16-32 %. Предложены и обоснованы фундаментальные позиции с использованием элементов нанотехнологий, направленные способы биоконверсии крахмалосодержащего сырья в условиях физических воздействий с получением углеводов заданного состава [37, 38].

Установлено, при кавитационном воздействии на зерно злаковых и бобовых культур, которым свойственна определённая загрязнённость семенами сорняков, гнилостными и патогенными микроорганизмами, микотоксинами, происходит губительное на них воздействие благодаря предоставленной технологии [19].

Из зерна, используемого на фураж, побочных продуктов перерабатывающих производств, применение технологии кавитационного приготовления на животноводческих фермах даёт возможность готовить легко усвояемые гомогенизированные, обеззараженные корма.

В предлагаемой технологии используются инновационные технические решения с элементами нанобиотехнологий (кавитация, ионизация и ферментация).

Введение в рацион лактирующих коров зерновой кормовой добавки, подверженной кавитационному воздействию, способствовало повышению молочной продуктивности на 8.11 %, увеличению содержания жира с 2,96 до 3,20-3,29 %, лактозы – с 2,84 до 3,24 %, снижению затрат корма на производство молочной продукции на 8,1 %.

У животных, в рационы которых вносили зерновую патоку, значительно улучшились биохимические показатели сыворотки крови. Использование технологических комплексов по переработке собственного зернового сырья на кормовые патоки ведёт к повышению рентабельности животноводческой отрасли [39].

Результаты исследований, проведённых отечественными учёными, подтверждают, что кавитационная технология может быть использована при подготовки кормовых средств из отходов пищевых производств и зернопереработки – отруби, полова, шелуха, жмых, шрот и прочие. В результате рассматриваемой биотехнологии готовится корм кашеобразной консистенции, который можно включать в состав рационов молодняка крупного рогатого скота при его выращивании и откорме, а также маточному поголовью.

Авторами также отмечено, что переход телят после молочного периода на традиционные корма будет наиболее оптимальным для физиологии пищеварения и создания благоприятных условий метаболистических процессов организма с добавлением в рацион кормления животных кормового продукта в кашеобразном состоянии [40, 41].

Имеющиеся источники кормовых сахаров не дают возможность полностью ликвидировать дефицит углеводов в рационах животных и не отвечают современным требованиям, предъявляемым к технологиям кормления сельскохозяйственных животных. Так, например, на одну корову в год необходимо от 1 до 7 т свёклы с содержанием сахаров 14-16 % в зависимости от продуктивности животного. Выращивание этой культуры связано с высокими энергетическими и трудовыми затратами. Кроме того, в процессе хранения содержание сахаров в ней ежедневно снижается на 0,1 %.

Сахарная меласса – отход сахар перерабатывающей промышленности, предприятия которой сосредоточены главным образом в Европейской части России. За Уралом они практически отсутствуют. Доставка мелассы связана со значительными транспортными расходами и другими издержками. В 1 кг сахарной мелассы содержится 1,7-8,6 г нитратов, что неблагоприятно сказывается на здоровье животных [42, 43].

Гидролизные сахара – побочный продукт целлюлоз перерабатывающей промышленности. Их практически не используют сегодня, а производство приближено к крупным ЦБК. Иногда в развитых странах практикуют использование кристаллических сахаров. Так, в Израиле на одну лактирующую корову (годовой надой – 12 000 кг) дают ежедневно до 3 кг кристаллической глюкозы. В Российской Федерации собственное производство кристаллической глюкозы пищевого и кормового назначения отсутствует [44, 45].

Полученный нами в 2017 г. результат лабораторных испытаний зоотехнического анализа грубых и концентрированных кормов до и после кавитационной обработки показывает частичный переход трудно гидролизуемых полисахаридов в легкоусвояемые сахара, который демонстрирует положительный эффект подготовки кормов с применением технических решений элементов нанобиотехнологий.

Так, было установлено, что количество сахара в изучаемых кормовых средствах повысилось после 5- и 20-минутного времени воздействия в среднем: в грубых кормах – на 130,4-324,8 %; концентрированных – на 25,4-44,1 %, при снижении сырой клетчатки – на 17,9-39,0 %; 18,0-21,0 % соответственно. Переваримость сухого вещества «in vitro» зерна ржи и пшеницы превышала показатель натуральных кормов на 2,5-6,3 %, жмыха подсолнечного – на 3,6-5,8 % и кормовых дрожжей – на 2,2-5,4 % [46-48].

Скармливание животным перечисленных нетрадиционных кормов и рационов на основе различных отходов позволяет обеспечивать животных веществами пластического характера, используемыми для построения клеток, тканей и органов тела животных, доступной для обмена энергией [49, 50].

Зерно злаковых культур является концентрированным высокоэнергетическим кормом и основным источником легкоперевариваемых и ферментируемых углеводов. Остовые структурные углеводы образуют клеточные стенки растений. Они состоят из нерастворимых полисахаридов (целлюлозы, гемицеллюлоз, пектиновых веществ) и связанных с ними лигнина и глюкопротеина. Эти углеводные фракции составляют большую комплексную группу остовых углеводов – «целлюлозно-лигниновый комплекс», объединяемый под термином «сырая клетчатка», который имеет большое значение в процессах переваривания и использования корма. Современные технологии переработки отходов зернопереработывающей промышленности наиболее часто основываются на реализации гетерогенных процессов, протекающих между двумя или несколькими неоднородными средами в системах жидкость-жидкость и жидкость-твёрдое тело. Реализация новых принципов распространяется на деструкцию целлюлозосодержащих отходов при подготовке их к скармливанию животным. В настоящее время всё более широкое распространение получают технологические процессы, использующие ультразвуковые колебания. Воздействие колебаний высокой интенсивности вызывает необратимые физико-химические процессы в обрабатываемой среде. В связи с этим определённый интерес вызывает технология обработки кормов ультразвуковым воздействием [51-54].

Настоящий обзор наглядно иллюстрирует современное состояние научных исследований в рассматриваемой области. Практически во всех проведённых сферах переработки растительного сырья показана эффективность использования кавитационного воздействия. Несмотря на то, что работы такого рода начаты сравнительно недавно, к настоящему времени достигнуты значительные успехи. К сожалению, эти исследования пока не получили должного распространения в сельскохозяйственном производстве.

Если говорить о рассматриваемой проблеме восполнения дефицита сахаров в рационе жвачных животных в условиях Южного Урала, то можно резюмировать, что эта проблема может решаться хотя бы частично за счёт кавитационной обработки растительного сырья.

Развитие дальнейшего направления исследований по разработки технологии подготовки кормов к скармливанию обеспечит повышение продуктивного действия и конверсии корма крупным рогатым скотом.

Нами изучено научное и практическое обоснование использования кавитационной обработки растительного сырья с целью повышения питательной её ценности, отражённое в различных исследованиях учёных.

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

Литература

1. Эффективность использования новых кормовых добавок в рационах бычков мясной породы / И.Ф. Горлов, Е.А. Кузнецова, З.Б. Комаров, А.С. Коломейцева // Инновации в формировании конкурентоспособного сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. чл.-корр. РАСХН В.И. Левахина. Оренбург, 2011. С. 42-44.

2. Ибатова Г.Г., Вагапов Ф.Ф., Юсупов Р.С. Особенности роста и развития бычков чёрно-пёстрой породы при применение биостимулятора «Нуклеопептид» // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 70-73.

3. Петрунина Ю.Ю., Левахин В.И. Влияние кормовой добавки на обмен энергии в организме и интенсивность роста молодняка крупного рогатого скота // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 1(89). С. 83-86.

4. Beef cattle feeding and nutrition / edited by Tilden Wayne Perry, Michael Cecava. 2nd ed. USA, 1995. 389 p.

5. Boros D., Mades L. Perspertives of selertion for Better numbritive quality of ruel / Viscosity of grain water extract as an index of nutritive of nye for broiler chicks // Plant Breeding and Seed Science. 1997, 41.

6. Doreau M., Demeyer D.J. Van Nevel C.J. Transformations and effects of unsaturated fatty acids in the rumen. Consequences on milr fat secretion. // Composition, production and biotechnology / Eds.: R.A.S.Welch, D.J.W. Burns, D.R. Davis, A.I. Popay, C.G. Prosser. CAB International, Wallingsford, U.K., 1997: 73-92.

7. Kalasinska J., Maluszynska E. Natural infection of male sterile lines or rye by Claviceps purpurea (Fr) // Tul Proceeding of the EUCARPIA Rye Meeting. 2001. Jule 4-7. Radzikow, Poland.

8. Molleken H., Theimer R. Survey of minor fatty acids in Cannabis sativa L fruits of various // Journal International Hemp Association. 1997. V. 4. № 1. P. 13-17.

9. Nutrient and lignan content, dough properties and baking performance of rye samples used in Scandinavia / M. Nilsson, P. Aman, H. Harkonen, G. Hallmans, K.E. Knudsen, W. Mazur, H. Adlercreutz // Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science. 1997. V. 47. P. 26-34.

10. Orawel M.Y. Dietary protein levels can effect weight gain, carcass composition // Feedstuffs. 1990. Vol. 62. № 41. P. 12-27.

11. Rakowska M, Raezynska K, Kupies R. Studies on the antinutritive compounds in rye grain. V.Effect of polysfccharides complex on protein digestibility and feed untilization // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 1992. 1. 42.

12. Stutzer D.E.C. Stebt gemeinsame Sicher – heistnormen fur Landmaschinen an / Fortschz Landwirt. 1990. 68, 10. S. 4-6.

13. Copper nanoparticles as modulators of apoptosis and structural changes in some organs / E.A. Sizova, S.A. Miroshnikov, V.S. Poliakova, S.V. Lebedev, N.N. Glushchenko // Morfologiia. 2013. № 144(4). P. 47-52.

14. The antimicrobial sensitivity of Streptococcus mutans and Streptococcus sangius to colloidal solutions of different nanoparticles applied as mouthwashes / F. Ahrari, N. Eslami, O. Rajabi, K. Glazvini, S. Barati // Dental Research Journal (Isfhan). 2015. Jan-Feb; 12(1) P. 44-49.

15. Эрнст Л.К., Самохин В.Т., Виноградов В.Н. Проблемы долголетнего использования высокопродуктивных коров. Изд. 2-е. доп. Дубровицы: ВИЖ, 2009. 205 с.

16. 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.

17. Кадыров Ф.Г., Жарков Р.Ш. Сравнительная эффективность разных условий кормления бычков в период выращивания и откорма на комплексе «Таджикский» // Селекция, кормление и технология скотоводства в Таджикистане. 1986. № 3. С. 17-21.

18. Аксёнов В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья // Вестник КрасГАУ. 2008. № 5. С. 315-320.

19. 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.

20. Мотовилов К.Я. Переработка зерна на кормовые сахара для животных // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 10. С. 43-45.

21. 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.

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

23. Мирошников С.А., Муслюмова Д.М. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитированной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 3(77). С. 7-11.

24. Сравнительные показатели поступления и переваримости питательных веществ рациона 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. 120-125.

25. Шестаков С.Д. Управляемая гидратация биополемеров – безопасный, эффективный и универсальный способ увеличения объёма производимого сельхозсырья и продовольственных продуктов // Ефективш корми та годівля. 2007. № 5. С. 36-38.

26. Радчиков В.Ф. Приёмы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота. Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2010. 244 с.

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

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

29. Мирошников И.С., Васильченко А.С., Яушева Е.В. Физико-химические и биологические характеристики минеральной добавки, подвергнутой кавитационной обработке // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 109-115.

30. 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.

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

32. Способ подготовки корма к скармливанию для молодняка крупного рогатого скота: пат. 2617344 Рос. Федерация / С.А. Мирошников, И.С. Мирошников, Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, К.Ш. Картекенов, Т.Н. Холодилина, Б.Г. Рогачёв, А.В. Быков. Заявл. 14.12.15; опубл. 24.04.17, Бюл. № 12.

33. Способ приготовления корма для сельскохозяйственных животных и птиц: пат. 2477613 Рос. Федерация / А.В. Быков, Л.В. Межуева, С.А. Мирошников, Ш.Г. Рахматуллин, Т.Н. Холодилина, М.Я. Курилкина, Д.М. Муслюмова, Л.А. Быкова. Заявл. 14.04.11; опубл. 20.03.13, Бюл. № 8.

34. Oberleas D. Mechanism of zinc homeostasis // Journal Of Inorganic Biochemistry. 1996. 62(4). 231-241.

35. 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. 124-127.

36. Cortés R.N.F., Guzmán I.V., Martínez-Bustos F. Effects of Some Extrusion Variables on Physicochemical Characteristics of Extruded Corn Starch-passion Fruit Pulp (Passiflora edulis) Snacks // Plant Foods for Human Nutrition. 2014. Dec. 69(4). P. 365-371.

37. Способ получения сахаристых продуктов из зернового сырья: пат. 2285725 Рос. Федерация / В.В. Аксёнов, Е.Г. Порсев, В.М. Незамутдинов, К.Я. Мотовилов. Заявл. 10.05.06; опубл. 20.10.06, Бюл. № 13.

38. Способ получения сахаристых продуктов из ржаной и пшеничной муки: пат. 2340681 Рос. Федерация / В.В. Аксёнов, Е.Г. Порсев, К.Я. Мотовилов. Заявл. 27.01.06; опубл. 10.12.08, Бюл. № 3.

39. 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.

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

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

42. Никитина А. Кавитационная технология приготовления кормов // Свиноводство. 2011. № 3. С. 64.

43. Способ получения глюкозо-мальтозо-аминокислотной кормовой добавки из зерна злаковых культур пшеницы и ржи: пат. 2346461 Рос. Федерация / К.Я. Мотовилов, О.К. Мотовилов, В.В. Аксёнов. Заявл. 20.11.07; опубл. 20.02.09, Бюл. № 32.

44. Аксёнов В.В. Системный подход к интенсификации процессов биоконверсии нативных крахмалов и крахмалосодержащего сырья // Вестник КрасГАУ. 2008. № 5. С. 315-320.

45. Кердяшов Н.Н. Эколого-зоотехнические аспекты применения отходов сахарного и кондитерского производств в питании молодняка животных в составе новых кормовых добавок // Нива Поволжья. 2011. № 3(20). С. 84-89.

46. Влияние кавитационного воздействия на химический состав и переваримость сухого вещества грубых кормов используемых в животноводстве / Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев, К.Ш. Картекенов, И.С. Мирошников, А.Ж. Балмугамбетова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 134-139.

47. Влияние кавитационной обработки на химический состав, питательность и переваримость сухого вещества концентрированных кормов / Б.Х. Галиев, Н.М. Ширнина, А.С. Байков, И.С. Мирошников, В.И. Корнейченко, В.А. Сечин // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 190-196.

48. Влияние ультразвуковой кавитационной обработки на химический состав кормов используемых при кормлении жвачных животных / А.С. Байков, И.А. Рахимжанова, Н.М. Ширнина, Б.Х. Галиев // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5(61). С. 101-102.

49. Olukosi O.A., Adeola O. Metabolizable Energy Content of Meat and Bone Meal in Corn-Soybean Meal or Corn, Wheat and Soybean Meal Diets for Broilers // The Journal of Poultry Science, 2010. Vol. 47. N 3. P. 244-249.

50. Fadel J.G., DePeters E.J., Arosemena A. Composition and digestibility of beet pulp with and without molasses and dried using three methods // Animal Feed Science and Technology. 2000. Vol. 85. N 1-2. P. 121-129.

51. Intake of nutrients and ruminal parameters of cows fed different energy levels in the diet / S.R. Goularte, L.C.V. Itavo, M.G. Morais, C.C.B.F. Itavo, G.T. Santos, A.M. Dias, F.S. Bezerra, Junior N.P. Azevedo, D.S. Calvis // Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinaria E Zootecnia. 2010. Vol. 62. № 2. P. 357-364.

52. Composizione chimico-bromatologica e digeribilita «in vivo» della paglia di medica trattata con urea / A. Bonomi, A. Sabbioni, P. Superchi, I. Mazzali // Avvenire agr. 1994. An. 102. N 1. P. 12-17.

53. The Effect of Koji-feed (Fermented Distillery By-Product) on the Growth Performance and Nutrient Metabolizability in Broiler / Masahiro Yamamoto, Fuad Saleh, Muhammad Tahir, Akira Ohtsuka, Kunioki Hayashi // The Journal of Poultry Science. 2007. Vol. 44. № 3. P. 291-296.

54. Wildman C.D., West J.W., Bernard J.K. Effect of dietary cation-anion difference and dietary crude protein on performance of lactating dairy cows during hot weather // Journal of Dairy Science. 2007. Vol. 90. Issue 4. P. 1842-1850.

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

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

Быков Артём Владимирович, кандидат технических наук, доцент, начальник отдела научно-технической информации и патентоведения ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13, тел.: 8(3532)37-24-59, e-mail: artem19782@yandex.ru

Поступила в редакцию 16 марта 2018 года

UDC 636.088.31:636.085

Shirnina Nadezhda Mikhailovna[1], Galiev Bulat Khabuleevich[1], Bykov Artem Vladimirovich[2]

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

[2] *FSBEI HE «Orenburg State University»,* e-mail: artem19782@yandex.ru

On deficit supplementation of digestible carbohydrates in the diet of ruminants using biotechnology (review)

Summary. The organization of profitable livestock management requires significant investments in the preparation of high-quality feed, including the use of innovative biotechnological methods.

It has been established that the deficit of highly digestible carbohydrates has a stable character in most livestock farms in Russia and is fixed from the established norms at the level of 40-50 %.

In animal husbandry, there is a need for a technology that allows the processing of forage grains, rough and succulent feeds of poor quality available on the farm into a fodder product containing a significant amount of sugars. It is known about the inadequate efficiency of using nutrients of feeds that are inside cell walls, consisting of the complex cellulose of other non-starchy polysaccharides.

One of the variants of such a technology may be the process of cavitation impact. The effect of this technology is that the destruction of cell walls and structures of plant raw materials occurs from the energy of shock waves of collapsing bubbles that are formed as a result of cavitation, and the heating up to a certain temperature promotes the hydrolysis of starch, which turns into easily assimilable substances: monosaccharides, disaccharides, trisaccharides**.**

Feed product for ruminant animals is received by biotechnological conversion of carbohydrate-containing raw materials.

Analyzing the selection of scientific literature on the problem of replenishing sugar deficiency in the ruminant diet, we assume that it can be overcome in the conditions of the Southern Urals by recycling raw materials for a resource-saving environmentally appropriate technology.

Key words: ruminant animals, feed, fodder production, digestible carbohydrates, cavitation, biotechnology of forage production, feed nutrition.

УДК 636.2:636.085.3

Марганцевый критерий в питании животных

А.С. Ушаков[1,2], Ш.Г. Рахматуллин[2]

[1] ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук

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

Аннотация. Наиболее значимой задачей повышения эффективного производства мясной промышленности служит рациональное и сбалансированное питание животных по необходимым витаминам, а также минеральным веществам. В статье представлен материал о воздействии минеральных веществ в сочетании с бардой на физиологические качества животных. По данным многочисленных исследований, как зарубежных, так и отечественных учёных, воздействие минеральных веществ в качестве дополнительного фактора влияет на улучшение продуктивных качеств животных, тем более и на физиологические показатели. При этом минеральное питание животных на барде изучено не полностью. С этой целью нами был проведён опыт с использованием барды и минеральных веществ как основного фактора влияния на организм молодняка бычков чёрно-пёстрой породы. Таким образом, воздействие минеральных веществ (медь, кобальт, йод) на бардяном типе кормления бычков чёрно-пёстрой породы крупного рогатого скота способствует выявлению их локального месторасположения в организме животных и воздействию на другие химические элементы.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, барда, кормление скота, метаболизм, марганец, минеральные вещества.

Введение.

Для развития и изменения современного благосостояния АПК России необходимо использование инновационных подходов в улучшении продуктивных показателей животных за счёт сбалансированного корма по основным зоотехническим показателям, а также витаминам и микро-, макроэлементам [1-8].

Ведь использование в кормлении минеральных веществ способствует изменению организма на структурном уровне и участвует в физиологических и биохимических процессах [9-10].

На территории Российской Федерации существует огромное количество продуктов отходов как сахарного, так и спиртового производства (барда, жом). Барда заслуживает особого внимания в связи с её доступностью и стоимостью относительно аналогичных продуктов [11].

Цель исследования.

Оценка влияния солей микроэлементов (I, Co, Cu) в составе бардяного рациона на метаболизм марганца крупного рогатого скота.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Модель бычков чёрно-пёстрой породы.

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 исследования. Исследования проводились на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных» (г. Боровск Калужской области), СПК «Подобино» Бежецкого района Тверской области. По принципу аналогов, на основе

породно-возрастных и продуктивных качеств были сформированы 3 группы бычков чёрно-пёстрой породы в возрасте 10 месяцев – I (контрольная) и опытные группы (II, III), по 28 голов в каждой и средней живой массе около 300 кг. С целью повышения среднесуточного прироста живой массы до 0,8 кг была составлена рецептура корма согласно нормам ВИЖ, включающая: 50 % барды (зернокартофельная), 30 % зелёной массы, а также 20 % концентратов. Главным отличительным фактором являлись дефицит или избыток микроэлементов. Так, I (контрольная) группа к основному рациону получала микроэлементы согласно средним нормам для молодняка: 0,264 мг/кг сухого вещества йода (калий йодистый – KI), 0,32 мг/кг сухого вещества кобальта (кобальт хлористый – $CoCl_2x6H_2O$) и 4,16 мг/кг сухого вещества меди (медь сернокислая – $CuSO_4x5H_2O$), II опытная – только основной рацион с дефицитом по микроэлементам и III опытная – основной рацион с увеличенной дозировкой микроэлементов: йода – 1,05 мг/кг сухого вещества, кобальта – 1,25 и меди – 16,64 соответственно.

Для наилучшего внесения микроэлементов ежедневно утром и вечером их растворяли в воде и поливали комбикорм. При этом использование калия (иодид) проводили отдельно от кобальта (хлорид) и меди (сульфат), чтобы избежать образования плохо усвояемого йодида меди (CuI).

Длительность опыта составляла 165 дней, разделённых на 3 периода (начальный, серединный и заключительный), по 55 дней каждый.

Учёт кормов бычков проводили ежесуточно групповым методом, ежемесячно определяли уровень необходимых микроэлементов. Также каждые 30 дней проводили взвешивание животных.

Трём животным из каждой группы до начала откорма, а именно за 3 недели, применяли на рубец хронические канюли (по Басову). В течение 2-х дней после окончания каждого периода откорма проводили отбор проб рубцовой жидкости (спустя 3 часа после утреннего кормления). Также в этот период у пяти животных каждой группы из ярёмной вены проводили забор крови.

Оборудование и технические средства. При взвешивании скота использовались весы «Армалит» серии 5063 РП-1Ш13С среднего класса точности, пределы взвешивания – 100-1000 кг, предназначены для взвешивания крупного рогатого скота, свиней, овец и других животных («Армалит», Россия).

Отобранные образцы проб корма, мочевой жидкости и фекальной массы, согласно общепринятым методикам консервировали.

При помощи методов атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой на оборудовании Optima 2000 DV и ELAN 9000 («Perkin Elmer», США) в лаборатории АНО «Центр биотической медицины», г. Москва (регистрационный номер в государственном реестре – Росс. RU 001. 513118 от 29 мая 2003; Registration Certificate of ISO 9001: 2000. Number 4017-5.04.06) проводили анализ минерального состава мочевой жидкости, фекальной массы, крови, рубцовой жидкости и корма.

Статистическая обработка. Все вычисления и обработка цифрового материала проводились с помощью программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» (Microsoft, США). С целью выявления достоверно значимых различий использовали t-критерий [12, 13].

Результаты исследований.

Общеизвестно, что главным источником восполнения организма микро- и макроэлементами является корм. Согласно имеющимся нормам потребности организма в минеральных веществах в нашем опыте животные получали ежедневно с рационом необходимый уровень марганца (до 340 мг/гол./сут). При этом использование солей калия йодистого, меди сернокислой и кобальта хлористого в кормлении животных повлияло на уровень марганца в различных тканях, органах, а также отделах желудочно-кишечного тракта подопытных бычков. На протяжении всего периода уровень марганца в рубцовой жидкости молодняка, получавшего удвоенную дозу микроэлементов, варьировал в пределах 66,5-140,5 мг/кг сухого вещества, у I (контроль) группы незначительно (на 23,54 %) выше в заключительном периоде опыта (табл. 1).

Таблица 1. **Концентрация марганца в жидкости рубца, мг/кг сухого вещества**

Группа	Период опыта		
	начальный	серединный	заключительный
I (контроль)	60,8±0,8	188,7±9,6^{c***}	153,8±12,5$^{c***, d*}$
II опытная	61,1±0,7	132,8±10,8$^{a***, c***}$	114,7±19,4^{c**}
III опытная	66,5±0,3^{a***,b***}	140,5±13,6$^{a**, c***}$	117,6±18,6^{c**}

Примечание: * – P≤0,05, ** – P≤0,01, *** – P≤0,001
a – при сопоставлении I (контроль) со II и III опытными группами;
b – при сопоставлении II с III опытной группой;
c – при сопоставлении начального с серединным и заключительным периодами;
d – при сопоставлении серединного с заключительным периодом.

По результатам исследований видно, что наивысшее значение марганца в жидкости рубца наблюдается в среднем периоде откорма у молодняка, получавшего рекомендуемую норму солей микроэлементов (I контроль), превышая на 29,6 (P≤0,001) и 25,54 % (P≤0,01) данный показатель II и III опытных групп, в заключительном периоде эта разность составила 25,42 и 23,54 % соответственно. Таким образом, увеличение дозировки солей микроэлементов несколько снижает уровень марганца в жидкости рубца, но он не выходит за границы физиологической нормы.

Уровень микроэлементов в кроветворной системе, тем более и марганца, является одним из основных критериев физиологического состояния организма. Уровень марганца в крови бычков, по-видимому, связан с концентрацией поступления в организм микроэлементов (I, Co и Cu) (табл. 2).

Таблица 2. **Концентрация марганца в крови бычков, мг/кг сухого вещества**

Группа	Период опыта		
	начальный	серединный	заключительный
I (контроль)	92,7±8,1	150,0±0,7^{c***}	87,4±11,1^{d***}
II опытная	46,8±3,6^{a***}	108,5±14,9$^{a**, c***}$	62,6±8,8^{d*}
III опытная	78,7±8,0^{b***}	160,7±8,1$^{b**, c***}$	77,5±12,9^{d***}

Примечание: * – P≤0,05, ** – P≤0,01, *** – P≤0,001
a – при сопоставлении I (контроль) со II и III опытными группами;
b – при сопоставлении II с III опытной группой;
c – при сопоставлении начального с серединным и заключительным периодами;
d – при сопоставлении серединного с заключительным периодом.

Так, в группе с увеличенным уровнем добавок по микроэлементам концентрация марганца в крови была незначительно выше относительно I (контроль) группы. Однако к заключительному периоду откорма уровень марганца в крови молодняка всех животных снизился: в I (контроль) группе – на 41,73 % (P≤0,001), в опытных группах – на 42,3 (P≤0,05) и 51,77 % (P≤0,001) соответственно относительно среднего периода откорма. Таким образом, использование в рационах солей микроэлементов (I, Co и Cu) неблагоприятно воздействует на уровень марганца в жидкости рубца и крови, который при этом не выходит за границы физиологической нормы. По данным многочисленных исследований, марганец благоприятно воздействует на процессы кроветворения при сочетанном действии с кобальтом, медью и железом, в определённом сочетании в организме животных [14-15]. В крови опытных бычков концентрация марганца была в пределах 46,8-160,7 мг/кг сухого вещества. Концентрация содержания марганца в крови бычков дефицитной по микроэлементам II опытной группы была на уровне 46,8 мг/кг сухого вещества, что ниже I (контроль) группы на 49,51 %

(P≤0,001) в начальном периоде откорма, с последующим нарастанием объёма марганца к середине откорма в 2,32 раза (P≤0,001) и ниже I (контроль) группы на 27,67 % (P≤0,01) и снижением к заключительному периоду откорма на 42,3 % (P≤0,05) и ниже I (контроль) на 28,37 %. Аналогичная достоверная ситуация с возрастанием к середине откорма и последующим снижением к заключительному периоду откорма наблюдается и в остальных группах. Так, у III опытной группы концентрация содержания марганца в крови бычков была на уровне 78,7 мг/кг сухого вещества, что ниже I (контроль) группы на 15,1 % в начальном периоде откорма, с последующим нарастанием объёма марганца к середине откорма в 2,04 раза (P≤0,001) и выше I (контроль) группы на 7,13 % и снижением к заключительному периоду откорма на 51,77 % (P≤0,001) и ниже I (контроль) на 11,33 %.

Таким образом, средний рекомендуемый уровень микроэлементов (I, Co и Cu) в кормах I (контроль) группы был предпочтительным в отношении содержания марганца в крови в отличии со II и III опытными группами. Это, возможно, связано с обеспечением нехватки микроэлементов (I, Co и Cu) в кормах I (контроль) и III опытной группы, что способствует наиболее выраженному воздействию на метаболизм марганца в начальный период откорма и ниже в средний и заключительный периоды откорма. Данное обстоятельство возможно из-за нарушения минерального обмена, особенно при длительном бардяном откорме бычков.

Главным резервным источником марганца являются печень и кости. Всосавшись, он мгновенно выводится из крови и попадает в данный орган и систему (табл. 3).

Таблица 3. **Концентрация марганца в костях бычков, мг/кг сухого вещества**

Период опыта	**Группа**		
	I (контроль)	**II опытная**	**III опытная**
Плюсна			
Начальный	350,7±10,1	358,6±10,7	353,7±10,0
Серединный	464,9±13,3^{c***}	444,8±5,8^{c***}	450,8±15,9^{c***}
Заключительный	470,2±23,8^{c***}	436,5±20,9^{c**}	457,1±20,8^{c***}
3-й хвостовой позвонок			
Начальный	399,2±2,9	392,4±8,9	391,6±11,7
Серединный	393,9±5,5	379,5±17,7	393,6±12,6
Заключительный	431,9±13,2$^{c*, d*}$	411,7±19,8	431,9±13,3
Последний хвостовой позвонок			
Начальный	331,1±3,3	329,8±1,1	333,9±4,3
Серединный	384,6±2,8^{c***}	356,7±9,9$^{a**, c**}$	320,9±7,1$^{a***, b**}$
Заключительный	344,4±4,9$^{c*, d***}$	363,8±13,1^{c*}	318,7±12,1^{b*}

Примечание: * – P≤0,05, ** – P≤0,01, *** – P≤0,001
a – при сопоставлении I (контроль) со II и III опытными группами;
b – при сопоставлении II с III опытной группой;
c – при сопоставлении начального с серединным и заключительным периодами;
d – при сопоставлении серединного с заключительным периодом.

К середине откорма в костях плюсны бычков III опытной группы уровень марганца относительно начального периода повысился на 27,45 % (P≤0,001), в I (контроль) группе – на 32,56 % (P≤0,001) и во II опытной – на 24,04 % (P≤0,001), аналогичное поведение происходит и к заключительному периоду на 29,23 % (P≤0,001), на 34,07 % (P≤0,001) на фоне снижения во II опытной группе на 21,72 % (P≤0,01), что связано с благоприятным воздействием солей микроэлементов при откорме на барде.

В 3-ем хвостовом позвонке к заключительному периоду уровень марганца достоверно повышается во всех группах относительно середины откорма. Так, наивысшие значения и одинаковый уровень имеют I (контроль) и III опытная группы с пиком в 431,9 мг/кг сухого вещества, что на 4,67 % выше II опытной или дефицитной группы.

Полностью противоположная ситуация наблюдается и в костях последнего хвостового позвонка относительно данного показателя в костях плюсны. Так, наивысшее значение уровня марганца к заключительному периоду откорма наблюдается у дефицитной по микроэлементам группы и составляет 363,8 мг/кг сухого вещества, с преобладанием на 5,33 % I (контроль) группе и 12,39 % – III опытной. При сравнении с серединой откорма происходит увеличение во II опытной группе на 2,0 %, на фоне снижения в аналогичных группах – на 10,45 % (P≤0,01) и 0,69 %.

По содержанию марганца в отделе желудка – рубец превосходство было на стороне III опытной группы и составляло 146 мг/кг сухого вещества, что на 21,92 % (P≤0,05) и 28,77 % (P≤0,01) выше I(контроль) и II опытной групп в начальном периоде откорма (рис. 1).

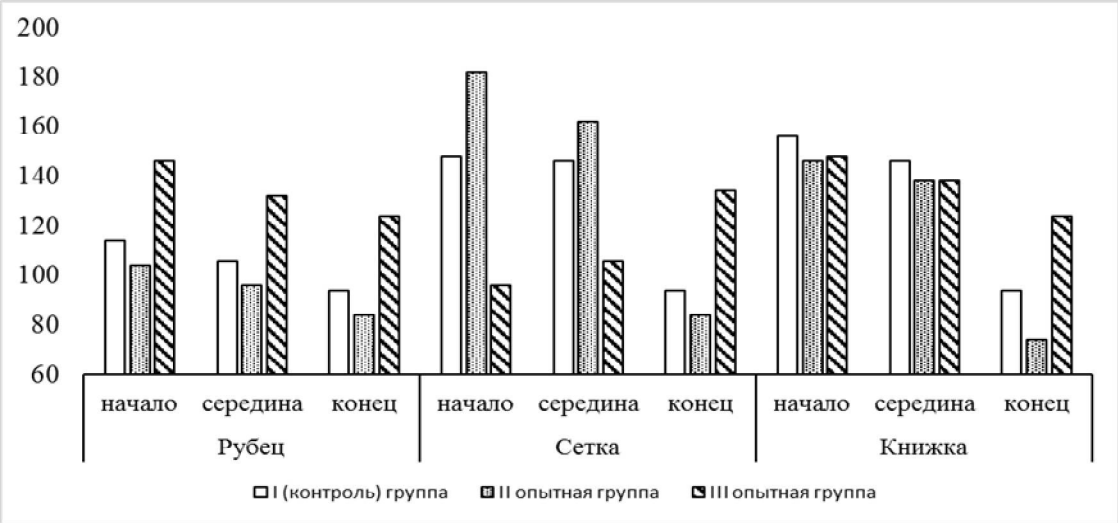


Рис. 1 – Содержание марганца в отделах желудка животных в различные периоды откорма мг/кг СВ

Постоянное снижение в III опытной группе происходит на 9,59 % и 15,07 % (P≤0,05) в середине и заключительном периодах откорма относительно начального. Аналогичная картина снижения наблюдалась и в остальных группах, уменьшая уровень марганца на 7,02 и 17,54 % (P≤0,001) в I (контроль), 7,69 и 19,23 % (P≤0,001) – во II опытной группе этих же периодов соответственно. Данная тенденция к снижению уровня марганца наблюдается и в других исследуемых нами отделах желудка. Так, в сетке желудка превосходство наблюдалось во II опытной на уровне 162-182 мг/кг сухого вещества, а в книжке в I (контроль) – 146-156 мг/кг сухого вещества в начальный и средний периоды откорма соответственно. В целом по всем отделам желудка к заключительному периоду наивысшими значениями обладала III опытная группа.

По данным ряда учёных, при взаимодействии меди с марганцем образуются химически стабильным связи, которые способствуют активному отложению в тканях и, тем более, органах животного данного элемента [14-15]. В проведённых нами опытах данное предположение не имело подтверждения, что возможно из-за особенности содержания бычков на бардяном типе кормления (табл. 4).

Марганец, участвуя в процессах фосфорилирования, подтверждается его накоплением в клетках печени. Самый низкий уровень марганца наблюдался у бычков I (контроль) группе и составлял 33,7 мг/кг сухого вещества, что на 76,85 % (P≤0,001) ниже уровня II опытной и более 2-х раз (P≤0,001) – уровня III опытной. Дефицит микроэлементов или же его избыток в питании животных опытных групп способствовал к достоверному снижению марганца на протяжении всех

периодов откорма: к середине откорма во II (опытной) – на 21,96 % (P≤0,001) и в III (опытной) группах – на 1,15 % относительно начального периода, и к заключительному периоду – на 45,13 % (P≤0,001) и 31,13 % (P≤0,001) соответственно, и на 21,96 % (P≤0,001) и 30,33 % (P≤0,001) – относительно среднего периода.

Таблица 4. **Содержание марганца в тканях и органах бычков, мг/кг сухого вещества**

Показатель	Период опыта	Группа		
		I (контроль)	II опытная	III опытная
Кожа	Начальный	48,6±0,7	48,0±0,9	50,3±2,3
	Серединный	48,7±1,0	46,5±1,1	49,3±1,2
	Заключительный	49,2±0,9	48,1±0,6	53,2±2,3^{b*}
Длиннейшая мышца спины	Начальный	59,1±1,2	50,2±1,5^{a***}	61,8±1,4^{b***}
	Серединный	57,7±2,3	98,8±1,1$^{a***, c***}$	52,9±1,5$^{b***, c***}$
	Заключительный	71,3±2,1$^{c***, d***}$	73,8±4,1$^{c***, d***}$	79,7±3,0$^{a*, c***, d***}$
Печень	Начальный	33,7±1,2	59,6±1,6^{a***}	69,7±1,3$^{a***, b***}$
	Серединный	34,9±1,3	41,9±1,7$^{a**, c***}$	68,9±5,0$^{a***, b***}$
	Заключительный	46,0±1,4$^{c***, d***}$	32,7±1,2$^{a***, c***, d***}$	48,0±1,3$^{b***, c***, d***}$
Поджелудочная железа	Начальный	34,9±1,3	33,8±1,4	30,3±1,0$^{a**, b*}$
	Серединный	32,9±0,8	31,7±1,	20,8±1,6$^{a***, b***, c***}$
	Заключительный	38,2±1,0$^{c*, d***}$	18,6±1,4$^{a***, c***, d***}$	33,7±0,9$^{a**, b***, c*, d***}$
Щитовидная железа	Начальный	44,2±2,1	40,2±1,7	40,4±1,8
	Серединный	47,1±1,0	40,7±1,1^{a**}	30,8±2,3$^{a***, b***, c**}$
	Заключительный	34,9±1,3$^{c***, d***}$	29,3±1,2$^{a**, c***, d***}$	27,4±1,5$^{a***, c***}$
Почки	Начальный	60,1±1,5	58,7±0,8	64,6±1,7
	Серединный	62,9±1,4	64,9±1,3^{c***}	64,7±1,8
	Заключительный	70,6±0,9$^{c***, d***}$	66,8±1,0$^{a**, c***}$	71,9±1,9$^{b*, c**, d**}$

Примечание: * – P≤0,05, ** – P≤0,01, *** – P≤0,001
a – при сопоставлении I (контроль) со II и III опытными группами;
b – при сопоставлении II с III опытной группой;
c – при сопоставлении начального с серединным и заключительным периодами;
d – при сопоставлении серединного с заключительным периодом.

Превосходство по уровню марганца наблюдалось в поджелудочной железе I (контроль) группе и составляло 32,9-38,2 мг/кг сухого вещества, выше показателя III опытной группы на 36,78 % (P≤0,01), уменьшая расхождение к заключительному периоду откорма до 11,78 (P≤0,001).

Аналогичная картина наблюдается и в длиннейшей мышце спины, с достоверными различиями по группам на протяжении всех периодов откорма, с преобладанием группы, получавшей удвоенную дозу микроэлементов. Наивысший пик данного показателя наблюдался у дефицитной группы по микроэлементам в средний период откорма и составлял 98,8 мг/кг сухого вещества, превышая до 46 % (P≤0,001) остальные группы и выравниваясь к концу опыта.

Явных отличий по уровню марганца в почках не наблюдалось, имея одинаковое достоверное повышение на протяжении всего опыта во всех группах.

В коже животных уровень данного показателя неоднозначно повлиял во всех группах, начиная от начального периода до серединного, с последующей нормализацией тенденции в длиннейшей мышце спины, поджелудочной железе и почках.

Неблагоприятно повлияло повышенное сочетание микроэлементов на уровень марганца в щитовидной железе, снижаясь на 23,76 (P≤0,001) и 32,18 % (P≤0,01) относительно начального периода откорма, с последующей общей достоверной тенденцией к снижению с 25,9 (P≤0,001) до 11,04 %.

Несмотря на фактор воздействия, обмен марганца во всех группах происходит благодаря общим закономерностям (табл. 5).

Таблица 5. **Выведение марганца из организма**

Группа	Период опыта		
	начальный	серединный	заключительный
С мочой, мг/л			
I (контроль)	0,50±0,06	0,42±0,06	0,51±0,1
II опытная	0,32±0,03^{a**}	0,31±0,03	0,37±0,05
III опытная	0,33±0,10	0,31±0,09	0,41±0,06
С калом, мг/кг сухого вещества			
I (контроль)	171,9±7,3	111,7±7,1^{c***}	213,6±22,7^{d***}
II опытная	179,6±3,5	143,2±14,1^{c*}	181,7±17,1
III опытная	240,7±26,9$^{a*, b*}$	181,5±16,6^{a***}	196,6±9,8

Примечание: * – P≤0,05, ** – P≤0,01, *** – P≤0,001
a – при сопоставлении I (контроль) со II и III опытными группами;
b – при сопоставлении II с III опытной группой;
c – при сопоставлении начального с серединным и заключительным периодами;
d – при сопоставлении серединного с заключительным периодом.

Выведение марганца с мочой было недостоверно минимально и составляло от 0,31 до 0,51 мг/л, имея общую тенденцию к снижению к середине откорма с 3,13 до 16,0 %, с последующим повышением к заключительному периоду откорма с 19,36 до 32,26 %. Выведение марганца с калом имело такую же тенденцию, но с наивысшими показателями в сравнении с выведением данного элемента с мочой при спаде с 20,2 до 35,0 % (P≤0,01) и последующим подъёме с 8,32 до 91,23 % (P≤0,01) соответственно. По-видимому, использованное в III опытной группе сочетание микроэлементов незначительно снижает марганцевый обмен, что не существенно при достаточном поступлении данного элемента с кормом. По данным проведённых учёными исследований, использование сочетанного действия микроэлементов благоприятно сказывается на марганцевый обмен [16-18], но в нашем случае изменения связаны со специфичным типом кормления животных на барде, что до сих пор более полно не изучено.

Обсуждение результатов.

По результатам проведённых исследований использование добавок минеральных веществ на бардяном корме незначительно уменьшает метаболизм марганца в организме бычков III опытной группы, так как организм получает необходимое количество данного элемента с кормом. По литературным данным отечественных учёных, можно встретить достаточное количество информации о проведённых исследованиях на различных видах животных с положительным метаболизмом марганца под воздействием минеральных веществ (медь, кобальт, йод) как в сочетании, так и по отдельности [14-18]. При этом сочетанное использование данных микроэлементов позволяет добиться наилучшего результата, но в наших исследованиях полученные результаты связаны со спецификой откорма на барде, и по настоящее время метаболизм минеральных веществ недостаточно изучен.

Выводы.

По результатам исследований видно, что наивысшее значение марганца в жидкости рубца наблюдается в среднем периоде откорма у молодняка, получавшего рекомендуемую норму солей микроэлементов (I контроль). Увеличение дозировки солей микроэлементов несколько снижает уровень марганца в жидкости рубца, но он не выходит за границы физиологической нормы. Уровень марганца в крови бычков, по-видимому, связан с концентрацией поступления в организм микроэлементов (I, Co и Cu). Использование в рационах солей микроэлементов (I, Co и Cu) неблагоприятно воздействует на уровень марганца в жидкости рубца и крови, который при этом не выходит за границы физиологической нормы. Средний рекомендуемый уровень микроэлементов (I, Co и Cu) в кормах I (контроль) группы был предпочтительным в отношении содержания марганца в крови в отличии со II и III опытными группами. Данное обстоятельство возможно из-за нарушения минерального обмена, особенно при длительном бардяном откорме бычков.

Полностью противоположная ситуация наблюдается и в костях последнего хвостового позвонка относительно данного показателя в костях плюсны. Так, наивысшее значение уровня марганца к заключительному периоду откорма наблюдается у дефицитной по микроэлементам группы. В целом по всем отделам желудка к заключительному периоду наивысшими значениями обладала III опытная группа. Выведение марганца с мочой было недостоверно минимально, имея общую тенденцию к снижению к середине откорма, с последующим повышением к заключительному периоду откорма. Выведение марганца с калом имело такую же тенденцию. Использование в III опытной группе сочетание микроэлементов незначительно снижает марганцевый обмен, что не существенно при достаточном поступлении данного элемента с кормом.

Литература

1. Ушаков А.С., Рахматуллин Ш.Г. Влияние микроэлементов (I, Co, Cu) на обмен веществ бычков чёрно-пёстрой породы при откорме на барде // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 98-107.

2. Вахитов Ш. Животноводство – локомотив российского АПК // Комбикорма. 2011. № 4. С. 2-5.

3. Шпаков А.С. Основные направления увеличения производства кормового белка России // Кормопроизводство. 2001. № 3. С. 69.

4. Дегтярев В.П. Комбинированный зелёный корм в рационах крупного рогатого скота // Зоотехния. 2007. № 10. С. 7-8.

5. Алексеева Л.В. Значение кобальта в организме бычков при бардяном откорме // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 5. С. 35.

6. Алексеева Л.В. Физиологическое обоснование рационального использования микроэлементов и витаминов в кормлении крупного рогатого скота: дис. … д-ра биол. наук. Боровск, 2006. 234 с.

7. Минеральное питание животных: учебник / И.Ф. Драганов, В.И. Фисинин, В.В. Калашников, А.С. Ушаков. М.: Изд-во РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. 385 с.

8. Влияние микроэлементов (I, Co, Cu) на метаболизм кобальта / А.С. Ушаков, Ш.Г. Рахматуллин, С.А. Мирошников, Т.Н. Королёв // Микроэлементы в медицине. 2017. Т. 18. Вып. 1. С. 8-16.

9. Калашников А.П., Щеглов В.В. Результаты исследований и задачи науки по совершенствованию теории и практики кормления высокопродуктивных животных // Новое в кормлении высокопродуктивных животных. М.: Агропромиздат, 1989. С. 3-11.

10. Топорова Л.В., Архипов А.В., Кузницына Т.А. Получение, применение и эффективность нетрадиционных кормов в птицеводстве // Птицефабрика. 2005. № 2. С. 33-39.

11. Ушаков А.С., Мирошников С.А., Рахматуллин Ш.Г. Влияние различной обеспеченности рецептуры корма на метаболизм цинка в организме животных // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 153-161.

12. Лукашик Н.А., Тащилин В.А. Зоотехнический анализ кормов: руководство к практ. занятиям. М.: Изд-во «Колос», 1965. 224 с.

13. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика: учебник. М.: Изд-во «Физматлит», 2006. 816 с.

14. Шустов В.Я. Микроэлементы в гематологии. М.: Медицина, 1967. 159 с.

15. Ушаков А.С., Драганов И.Ф., Алексеева Л.В. Содержание марганца в организме бычков в зависимости от поступления с рационом различных доз микроэлементов // Зоотехния. 2013. № 2. С. 16-18.

16. Жеребцов П.И., Вракин В.Ф., Шевелев Н.С. Обмен кобальта, меди, марганца и цинка в организме крупного рогатого скота // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 1970. № 6. С. 183-193.

17. Жеребцов П.И. Значение некоторых микроэлементов в азотистом и углеводном обмене у крупного рогатого скота // Минеральное питание сельскохозяйственных животных. М., Колос. 1973. С. 24-34.

18. Винокуров В.Н. Обмен микроэлементов (меди, цинка и марганца) у нетелей на разных стадиях стельности и в зависимости от условий минерального питания: дис. … канд. биол. наук. Боровск, 1984. 150 с.

Ушаков Александр Сергеевич, кандидат биологических наук, врио директора ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук, 141311, Московская обл., г. Сергиев Посад, ул. Птицеградская 10; докторант ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: asu2004@bk.ru

Рахматуллин Шамиль Гафиуллович, 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, e-mail: shahm2005@rambler.ru

Поступила в редакцию 27 февраля 2018 года

UDC 636.2:636.085.3

Ushakov Alexander Sergeyevich[1,2], Rakhmatullin Shamil Gafiullovich[2]

[1] *FSBSI Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry of Russian Academy of Sciences»*, e-mail: asu2004@bk.ru

[2] *FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: shahm2005@rambler.ru

Manganese criterion in the nutrition of animals

Summary. The most important task of increasing the effective production of meat industry is the rational and balanced nutrition of animals according to essential vitamins and mineral substances. The article presents a material on the effect of minerals in combination with distiller's grain on the physiological quality of animals. According to many studies of foreign and Russian scientists, the impact of minerals affects as an additional factor on the improvement of productive qualities of animals, especially on physiological indicators. In this case, the mineral nutrition of animals on distiller's grain is not fully studied. To this end, we conducted an experiment with the use of distiller's grain and mineral substances as the main factor influencing young bulls of Black Spotted breed. Thus, the effect of minerals (copper, cobalt, iodine) on feeding with distiller's grain on Black Spotted bulls helps to identify their location in animal organism and to affect other chemical elements.

Key words: cattle, distiller's grain, cattle feeding, metabolism, manganese, minerals.

УДК 636.085

Влияние барогидротермически обработанной кормосмеси с содержанием «bypass» жиров на потребление и использование энергии рационов бычками на откорме

Б.С. Нуржанов, Ю.И. Левахин, В.А. Рязанов

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

Аннотация. Освещаются результаты эксперимента по влиянию барогидротермической обработки кормосмесей с содержанием «bypass» жиров на потребление и характер использования энергии рационов подопытными бычками. Исследования были проведены на 30 бычках красной степной породы в возрасте 12 месяцев в условиях Покровского сельскохозяйственного колледжа. Схема эксперимента предусматривала замену 3,5 кг ячменя дроблёного на 3,5 кг кормосмеси молодняку опытных групп в следующем составе: I группе – экструдированная (барогидротермически обработанная) кормосмесь № 1 (в составе: ячмень 79 %, отруби пшеничные 6 %, «bypass» жир – фуз 12 %, минеральная добавка 3 %), для II опытной – кормосмесь № 2 (ячмень экструдированный 79 %, отруби пшеничные 6 %, фуз 12 %, минеральная добавка 3 %).

В ходе эксперимента нами установлено, что по количеству принятой суммарной энергии животные опытных групп имели преимущество над бычками из контроля на 12,2 МДж (9,95 %) и 11,1 МДж (9,05 %). В результате чего особи опытных групп лучше переваривали энергию рационов на 11,2 МДж (13,42 %) и 9,7 МДж (11,63 %) в сравнении с аналогами из контроля.

Отмечалось превосходство опытных групп над контрольной по переваримости энергии протеина – на 1,26 и 0,24 %, жира – на 5,9 и 4,55 %, клетчатки – на 1,44 и 0,5 %, БЭВ – на 2,16 и 2,07 % и органического вещества – на 2,14 и 1,6 %. Эффективность использования чистой энергии на продукцию у бычков из опытных групп была выше, чем у животных контрольной группы на 10,67 и 9,71 % соответственно.

С целью восполнения энергетического дефицита и повышения продуктивности в рационы бычков целесообразно включать барогидротермически обработанную кормосмесь с содержанием «bypass» жиров.

Ключевые слова: бычки, кормосмесь, рационы, «bypass» жиры, барогидротермическая обработка, энергия протеина, чистая энергия.

Введение.

Первостепенным вектором повышения уровня продуктивности животных можно считать достаточное поступление энергии и дальнейшее её преобразование в теле. Проблема восполнения малого уровня энергетического питания остро стоит в теории кормления сельскохозяйственных животных.

Пересмотр понимания важности изучения ценности кормов и рационов по доступной энергии даёт возможность по иному взглянуть на значимость энергетического балансирования при кормлении сельскохозяйственных животных.

Существующие траты организма на создание определённого рода продукта восполняются за счёт обменности поступающей извне энергии, которая идёт на сохранение жизненных сил, протекцию обменных процессов с преобразованием и освоением корма, а также напрямую в энергию создания продукции [1-4]. Дальнейшее совершенствование питания будет не возможным без более широкого использования в кормлении жвачных жиров как наиболее энергетически ценных кормовых добавок.

Нами путём соэкструзии смеси жиров с концентрированными кормами решалась задача по изготовлению высокоэнергетических добавок. Так как при баротермической обработке под влиянием температуры и давления идёт сильное изменение строения и качеств ценных компонентов, всё это способствует созданию совершенно нового структурированного продукта, обладающего

питательными свойствами. В результате данной обработки происходит преобразование сложных молекулярных компонентов клетки корма в более простые, а так же идёт стерилизация зерна и инактивация находящихся в нём токсичных веществ [5, 6].

Цель исследований.

Изучить влияние барогидротермически обработанной кормосмеси с содержанием «bypass» жиров на потребление и преобразование энергии наиболее ценных компонентов рациона животными.

Материал и методы исследования.

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

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

Схема эксперимента. Для проведения исследований были подобраны 30 бычков, разводимых в условиях Покровского сельскохозяйственного колледжа-филиала ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет» Оренбургского района Оренбургской области. Из них по принципу аналогов образованы три группы – контроль, I и II – опытные, в каждой по 10 голов.

Содержание и основной рацион кормления молодняка всех исследуемых групп были схожими. Отличие состояло в том, что особям из контроля на протяжении эксперимента задавали стандартный набор кормов, принятый в хозяйстве: сено злаковое, силос кукурузный, ячмень дроблёный. Молодняку опытных групп вместо 3,5 кг ячменя дроблёного скармливали 3,5 кг кормосмеси в следующем составе: I группе – экструдированная (барогидротермически обработанная) кормосмесь № 1 (в составе: ячмень 79 %, отруби пшеничные 6 %, «bypass» жир – фуз 12 %, минеральная добавка 3 %), для II опытной – кормосмесь № 2 (ячмень экструдированный 79 %, отруби пшеничные 6 %, фуз 12 %, минеральная добавка 3 %).

Согласно справочному пособию исследовали преобразование энергии в теле подопытных бычков [7].

При этом количество валовой энергии, поступающей с кормом, вычеслялось по формуле:

$$ВЭ= 23,95сП+39,77сЖ+20,05сК+17,46сБЭВ,$$

где ВЭ – валовая энергия, МДж;

сП – сырой протеин, кг

сЖ – сырой жир, кг

сК – сырая клетчатка, кг

сБЭВ – сырые безазотистые экстрактивные вещества, кг.

Показатели переваримой и обменной энергии находились по формуле:

$$ПЭ = 24,24\ пП +34,12\ пЖ + 18,5\ пК + 17,0\ пБЭВ$$

$$ОЭ = 17,46пП+31,23\ пЖ+13,65пК+14,78пБЭВ,$$

где ПЭ – переваримая энергия, МДж

ОЭ – обменная энергия, МДж;

пП – переваримый протеин;

пЖ – переваримый жир;

пК – переваримая клетчатка,

пБЭВ – переваримые безазотистые экстрактивные вещества, кг.

Оборудование и технические средства. Исследования кормов, их остатков, а также биосубстратов животных проводили в Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

Барогидротермическую обработку образцов осуществляли на экструдере ЭТР-500/30-КО (Россия) производительностью 45 кг/ч, с частотой вращения шнека n=160 об./мин, с давлением 10 мПа и температурой не выше +120 °С при влажности готовой смеси 30 %.

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

Результаты исследований. По сумме энергий изучаемых питательных веществ бычки опытных групп имели превосходство над аналогами из контрольной группы (табл. 1).

Таблица 1. **Поступление и обменность энергии основных компонентов рациона подопытными бычками, МДж**

Группа	Показатель				
	протеин	жир	клетчатка	БЭВ	Всего
Принято энергии					
Контрольная	20,85±0,21	6,78±0,24	25,95±0,31	69,02±0,30	122,6±1,78
I	22,52±010	9,18±0,26	27,21±0,27	75,89±0,18	134,8±1,36*
II	21,52±0,11	9,46±0,20	27,45±0,24	75,27±0,25	133,7±0,98
Итого	64,89	25,42	80,61	220,18	391,10
Выделено энергии с экскрементами					
Контрольная	6,55±0,26	2,15±0,20	11,16±0,24	19,34±0,29	39,2±1,57
I	6,79±0,32	2,37±0,17	11,31±0,22	19,73±0,33	40,2±1,63**
II	6,71±0,30	2,57±0,21	11,67±0,20	19,65±0,23	40,6±1,74*
Итого	20,05	7,09	34,14	58,72	120,00

Примечание: * – P≤0,05; ** – P≤0,01 при сравнении с контрольной группой

Так, по количеству принятой суммарной энергии животные опытных групп имели преимущество над бычками из контроля на 12,2 МДж (9,95 %) и 11,1 МДж (9,05 %).

Аналогичная тенденция наблюдалась и по потреблению энергии основных питательных веществ, где опытные животные лучше усваивали энергию протеина на 8,0-3,2 %, жира – на 35,4-39,5 %, клетчатки – на 4,9-5,8 %, БЭВ – на 9,9-9,1 % в сравнении со сверстниками из контроля.

По выделению энергии с экскрементами животные контрольной группы несколько уступали своим аналогам из I и II групп по наличию протеина на 0,24 МДж (3,7 %) и 0,16 МДж (2,4 %), жира – на 0,22 МДж (10,2 %) и 0,42 МДж (19,5 %), клетчатки – на 0,15 МДж (1,3 %) и 0,51 МДж (4,6 %) и БЭВ – на 0,39-0,31 МДж (2,01-1,60 %).

В результате особи опытных групп лучше переваривали энергию рационов на 11,2 МДж (13,42 %) и 9,7 МДж (11,63 %) в сравнении с аналогами из контроля.

В ходе исследований нами выявлены различия между группами в коэффициентах переваримости энергии наиболее ценных составляющих рационов, которые связаны с неодинаковым потреблением животными энергии с кормами и выделением её с экскрементами (рис. 1).

Из рисунка понятно, что наилучшие показатели по переваримости энергии изучаемых питательных компонентов рационов имел молодняк опытных групп, получавший барогидротермически обработанную кормосмесь с содержанием «bypass» жиров. В сравнительном аспекте по группам отмечалось превосходство опытных групп над контрольной по переваримости энергии протеина – на 1,30 и 0,24 %, жира – на 5,90 и 4,60 % (P≤0,01), клетчатки – на 1,44 и 0,50 %, БЭВ – на 2,20 и 2,10 % (P≤0,05), органического вещества – на 2,14 (P≤0,05) и 1,60 %. Между опытными группами по данному показателю разница была в пользу I опытной группы. Так, по переваримости энергии органического вещества животные I группы на 0,54 % превосходили аналогов из II опытной группы.

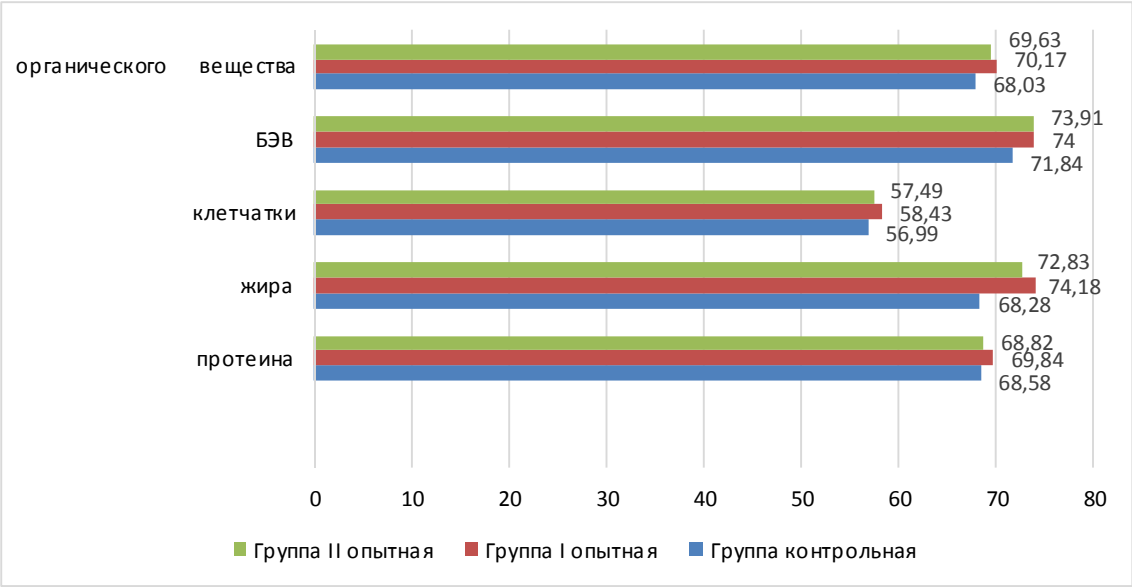


Рис. 1 – Коэффициенты переваримости энергии наиболее важных веществ рациона, %

В ходе эксперимента было установлено, что наибольшее количество валовой энергии потребляли бычки II и III опытных групп (рис. 2).

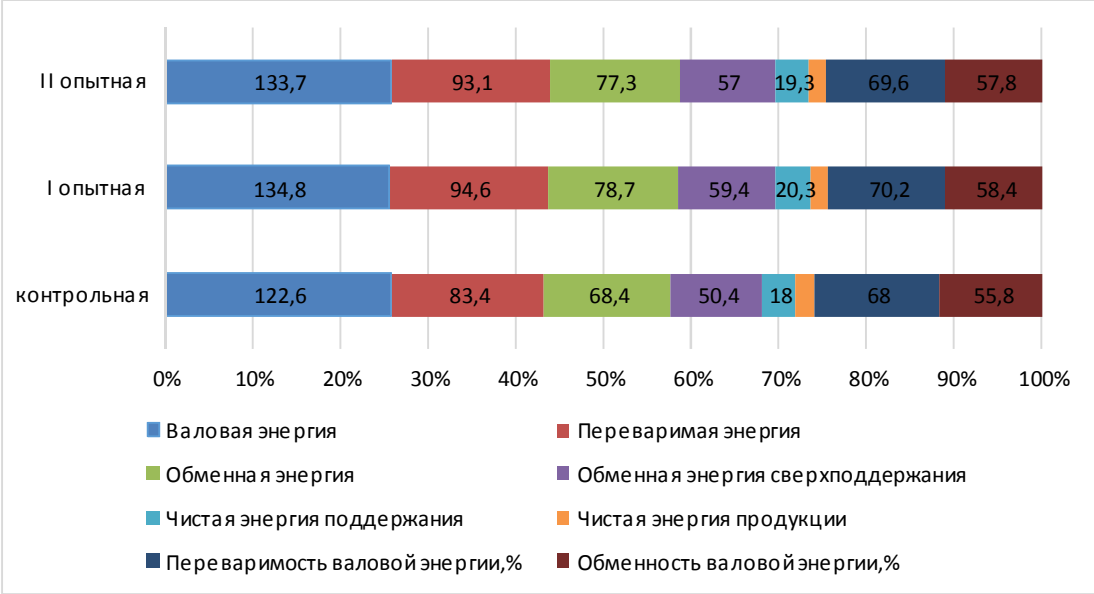


Рис. 2 – Процесс преобразовании энергии рационов в организме молодняка, МДж/гол

Аналоги из опытных групп I и II превосходили по вышеизложенному показателю контрольных особей на 12,2 и 11,1 МДж (9,95-9,05 %).

Так как переваримость питательных веществ отмечалась больше у бычков I и II опытных групп, то переваримой и обменной энергии они потребляли больше в сравнении с контрольной группой на 11,2-9,7 МДж (13,42-11,63 %) и 10,3-8,9 МДж (15,05-13,01 %).

Эффективность использования чистой энергии на продукцию у бычков из опытных групп была выше, чем у животных контрольной группы на 10,67 и 9,71 % (P≤0,05) соответственно.

Переваримость валовой энергии наибольшей была у животных I опытной группы на 2,2 и 0,6 % соответственно, чем у бычков II опытной и контрольной групп.

Обсуждение полученных результатов.

Наилучшие показатели по переваримости энергии изучаемых высокопитательных веществ рационов имели животные опытных групп, получавшие барогидротермически обработанную кормосмесь с содержанием «bypass» жиров. Вероятно, первостепенную роль в этом имела барогидротермическая обработка жира совместно с концентратами и минеральными веществами (соединения кальция и магния), повлёкшая высвобождение кальциево-магниевых мыл, что можно назвать технологией по защите жира. «Bypass» жиры, будучи недоступными для микроорганизмов рубца, расщепляются только в кишечнике животных, в отличие от «незащищённых» жиров, и не депрессируют процесс рубцового пищеварения, что в совокупности с перераспределением в работе отделов пищеварительного тракта и привело к увеличению переваримости энергии питательных веществ корма. Схожие данные были получены в исследованиях зарубежных и российских учёных [8-10].

Выводы.

Таким образом, наиболее эффективно использовали энергию рациона бычки красной степной породы, получавшие с основным рационом экструдированную кормосмесь № 1, включающую: ячмень 79 %, отруби пшеничные 6 %, фуз 12 %, минеральная добавка 3 %.

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

Литература

1. Эффективность «защищённого» жира в рационах животных / С.А. Мирошников, А.И. Гречушкин, А.М. Мирошников, С.В. Лебедев // Вестник Оренбургского государственного университета. 2005. № S2-2. С. 47-49

2. Таранович А.П. Защищённые жиры в кормлении высокопродуктивных коров // Молочное и мясное скотоводство. 2007. № 3. С. 24-26.

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

4. Левахин Г.И., Айрих В.А., Дускаев Г.К. Главное внимание созданию устойчивой кормовой базы // Молочное и мясное скотоводство. 2005. № 6. С. 27-29.

5. Естефеев Д.В., Нуржанов Б.С., Жаймышева С.С. Эффективность использования энергии и продуктивные качества бычков при скармливании различных доз пробиотического препарата // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3(41). С. 138-140.

6. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л.Г. Ипатова, А.А. Кочеткова, А.П. Нечаев, В.А. Тутельян. М.: ДеЛи принт, 2009. 396 с.

7. 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.

8. Jenkins T. C., Palmqulst D. L. Effect of added fat and calcium on in vitro formation of insoluble fatty acid soaps and cell wall digestibility // Journal of Animal Science. 1982. V. 55. P. 957-963.

9. Stevens C. Choosing a protected fat for ruminant diets // Feed Compounder. 1990. T. 10. N 7. C. 58-59.

10. Василенко Н.В. Защищённый жир для бурёнки // Животноводство России. 2011. № 12. С.45- 47.

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

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

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

Поступила в редакцию 22 февраля 2018 года

UDC 636.085

Nurzhanov Baer Serekpaevich, Levakhin Yury Ivanovich, Ryazanov Vitaly Aleksandrovich
FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: baer.nurzhanov@mail.ru

Influence of barohydro-thermally treated feed mix with «bypass» fat content on consumption and use of energy of diets by fattening bulls

Summary. The article presents the results of the experiment on the effect of barohydro-thermal treatment of feed mixes with «bypass» fats on consumption and use of energy of diet by experimental bulls. Studies were carried out on 30 bulls of the Red steppe breed at an age of 12 months in the conditions of Pokrovsky agricultural college. The experiment scheme provided the replacement of 3.5 kg of barley with 3.5 kg of feed mix for young cattle of experimental groups having the following composition: I group – extruded (barohydro-thermally treated) feed mix No. 1 (composed of: barley 79 %, wheat bran 6 %, «bypass» fat – fuse 12 %, mineral additive 3 %), for the 2nd experimental – feed mixture No. 2 (barley extruded 79 %, wheat bran 6 %, fuse 12 %, mineral additive 3 %).

In the course of the experiment, we established that according to the amount of the total energy received, animals from experimental groups had advantages over bulls from the control by 12.2 MJ (9.95 %) and 11.1 MJ (9.05 %). As a result, animals of experimental groups digested the energy of diets better by 11.2 MJ (13.42 %) and 9.7 MJ (11.63 %).

The advance of experimental groups over the control according to digestibility of protein energy was registered by 1.26 and 0.24 %, fat – by 5.9 and 4.55 %, fiber – by 1.44 and 0.5 %, free-nitrogen extract – by 2.16 and 2.07 % and organic substances – by 2.14 and 1.6 %. The efficiency of using net energy for bulls from experimental groups was higher than in the control groups by 10.67 and 9.71 %, respectively.

Aiming to replenish the energy deficit and increase the productiveness in the diets of bulls, it is advisable to include a baro-hydrothermally processed feed mix with a «bypass» fat content.

Key words: bulls, fodder, diets, «bypass» fats, hydroprocessing, protein energy, net energy.

УДК 636.085.25:633.872.1

Переваримость питательных веществ корма при использовании биостимулятора экстракта коры дуба (*Quercus cortex*) в условиях *in vitro*

А.М. Макаева, К.Н. Атландерова

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

Аннотация. Рубец – экосистема, объединяющая микрофлору и простейших с организмом «хозяина» в рамках процессов преобразования корма. Значимость рубца для организма жвачных определяет перспективы решений по повышению эффективности пищеварения, что может быть достигнуто через использование пробиотиков, антимикробных метаболитов и других препаратов. В числе последних активно используют растительные экстракты лекарственных растений, например экстракт коры дуба (*Quercus cortex*). Кору дуба с давних пор применяют в народной медицине и ветеринарии, в том числе для лечения и профилактики заболеваний крупного рогатого скота. Исходя из результатов недавних исследований, одним из компонентов этой активности могут являться вещества антикворума. По результатам исследования *in vitro* установлено, что введение экстракта в различных концентрациях в рубцовую жидкость, оказывает влияние на ферментативную активность этой системы и сопровождается изменением переваримости корма. Введение экстракта коры дуба в различных концентрациях сопровождается увеличением переваримости кормового субстрата на величину от 2,42 % (P<0,05) до 7,13 % (P<0,01). Наибольшая переваримость опытных кормов достигается при внесении экстракта в дозировке 3,3 мг/мл. Использование экстракта приводит к повышению pH рубцовой жидкости до 6,7-6,8.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, экстракт коры дуба, дубильные вещества, переваримость *in vitro*.

Введение.

Питание жвачных в значительной степени зависит от жизнедеятельности микроорганизмов рубца, которые обеспечивают организм хозяина витаминами, энергией, белком, и многими другими важными веществами [1]. Значимость микробиома для организма определяет перспективность решений по повышению эффективности различных кормовых добавок, стимулирующих развитие микрофлоры пищеварительного тракта, в том числе экстракты лекарственных растений [2], аминокислоты [3], микро- и макроэлементы в различных формах [4-6], ферменты [7, 8].

Препараты растительного происхождения, применяемые для коррекции пищеварительного тракта, занимают до трети всего списочного состава этих комплексов, используемых при лечении заболеваний органов пищеварения [9]. К числу последних относятся препараты, производимые из коры дуба.

Список биологически активных веществ коры дуба значителен и включает дубильные вещества, кумарины, катехины, крахмал, сахара, витамины, танин и кверцетин и др.

Действие экстрактов коры дуба, введённых в желудок, усиливает моторику желудка, увеличивает переваримость, снижает ферментативную активность и кислотность желудочного содержимого, а также замедляет всасывание слизистой оболочкой желудка. А также соединения коры дуба оказывают влияние на функциональное состояние органов пищеварения, на заживление язвенных дефектов [10].

Установлено, что комплекс растительных субстанций, присутствующих в экстракте коры дуба (*Quercus cortex*), проявил выраженную способность к подавлению чувства кворума у бактерий. Среди 36 идентифицированных компонентов наибольшая активность экспериментально установлена у 7 соединений, анти-кворум эффект которых возрастал в ряду: 4-(3-гидрокси-1-пропенил)-2-метоксифенол > 3,4,5-триметоксифенол > 7-гидрокси-6-метокси-2Н-1-бензопиран-2-он > 2Н-1-бензопиранон-2 > 4-гидрокси-3-метоксибензальдегид > 1, 2, 3-тригидроксибензол > пропил-1,3-бензендиол [11].

Этот вид биологической активности экстрактов лекарственных растений определяется совместным эффектом присутствующих в них малых молекул, оказывающих суммарное воздействие на систему чувства кворума патогенных микроорганизмов. На основе результатов количественного фитохимического анализа разработан препарат, включающий малые молекулы экстракта коры дуба (*Quercus cortex*), полностью соответствующий активности эффекта анти-кворум растительного экстракта, востребованный в качестве фармацевтического препарата нового принципа действия для контроля микробиальных инфекций [12].

Цель исследования.

Изучение влияния препарата экстракта коры дуба на переваримость питательных веществ корма в условиях *in vitro*.

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 выполняли 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.

В качестве анализируемого вещества применялся препарат экстракта коры дуба, а в качестве корма были использованы пшеничные отруби (ПО) в натуральном виде.

Экстракт коры дуба (ЭКД) представляет собой красновато-коричневый порошок со специфическим запахом, растворимый в воде.

Экстракт коры дуба был получен путём смешивания 50 г вещества с водой в объёме 500 мл и кипячения на водяной бане (30 мин), с последующей фильтрацией и отжимом через фильтрующий компонент и доведение общего объёма жидкости кипячёной водой до 500 мл, которую затем центрифугировали. Дозировка составила 50 г на одно взрослое животное крупного рогатого скота. Препарат ЭКД вводили в нейлоновые мешочки с кормом в различных концентрациях, затем закладывали в искусственный рубец.

Анализ переваримости сухого вещества кормовых веществ был проведён по методике доктора В. Лампетера в модификации Г.И. Левахина, А.Г. Мещерякова [13]. Кислотность среды содержимого рубца измеряли с помощью pH-метра.

Переваримость сухого вещества кормов *in vitro* определяли по разности массы образца корма вместе с мешочком и после двухстадийной инкубации и высушивания до постоянной массы при температуре +60 °С по следующей формуле:

$K=(A-B)/C\times100$ %, где

К – коэффициент переваримости сухого вещества корма (%);

А – исходная масса образца корма вместе с мешочком (г);

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

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

Большую роль в переваривании и усвоении питательных веществ корма играют микроорганизмы рубца – бактерии и простейшие. Количество микробиальной массы определяли методом дифференцированного центрифугирования и дальнейшего высушивания до постоянной массы. Подсчёт инфузорий проводился микроскопическим методом в счётной камере Горяева.

Оборудование и технические средства. Исследования были выполнены в условиях лаборатории «Агроэкология техногенных наноматериалов» и Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.).

«Искусственный рубец» KPL 01; термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ (ОАО «Смоленское СКТБ СПУ», Россия); pH-метр pH-150МИ (ООО «Измерительная техника», Россия); весы лабораторные электронные MB 210-A (ЗАО «Сартогосм», Россия), микроскоп Микромед 1 («Здравторг», Россия), счётная камера Горяева, центрифуга MiniSpin («Merck KGaA», Германия).

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

Результаты исследований.

По результатам исследований *in vitro* установлено, что переваримость сухого вещества кормовых добавок увеличивается при добавлении ЭКД в различных дозировках (рис. 1).

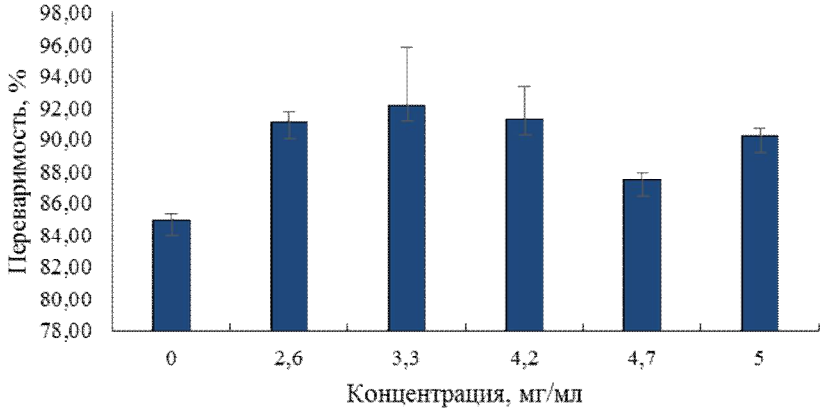


Рис. 1 – Оценка переваримости сухого вещества при внесении ЭКД в различных концентрациях, %

При внесении ЭКД в минимальной дозе показатель переваримости сухого вещества составил 91,03±0,71 %, что на 6,03 % (P <0,01) больше контроля. При повышении дозировки до 3,3 мг/мл – на 7,13 % (P <0,01) больше по сравнению с контролем. Наименьшая эффективность процессов переваримости сухого вещества отмечена при введении ЭКД в дозировке 4,7 мг/мл.

Реакция среды (pH) содержимого рубца связана с течением ферментативных процессов, образованием метаболитов, поэтому с точки зрения характеристики рубцового пищеварения этот показатель является значимым. Колебания pH содержимого рубца зависят главным образом от уровня в нём органических кислот, бикарбонатов и фосфатов.

Колебания концентрации водородных ионов находились в пределах 6,12-6,82 pH при разных концентрациях. Проводя анализ данных (табл. 1), можно отметить, что наименьшие значения pH наблюдались в контроле 6,12±1,0. Во всех остальных опытных группах значения pH оказались больше.

По данным [14], при введении в рацион зерновых кормов изменяется характер брожения в рубце, pH начинает снижаться. Слабокислая или нейтральная среда рубца является благоприятной для роста микроорганизмов. Бактерии расщепляют и переваривают клетчатку, что имеет большое значение для питания жвачных. Оптимальным для размножения микроорганизмов рубца кормовым субстратам является уксуснокислый тип брожения и pH среды ближе к нейтральной – от 6,6 до 7,0.

Таблица 1. **Оценка pH-метрии рубцовой жидкости при внесении ЭКД в различных концентрациях**

Наименование	Концентрация экстракта коры дуба, мг/мл	pH
Контроль	-	6,12±1,01
ПО+ЭКД	5	6,61±0,15
ПО+ЭКД	4,7	6,67±0,19
ПО+ЭКД	4,2	6,82±0,09
ПО+ЭКД	3,3	6,81±0,20
ПО+ЭКД	2,6	6,77±0,06

Бактерии и простейшие тесно реагируют на изменения кормления и содержания животных. Количественное содержание инфузорий, простейших и бактерий опытной в сравнении с контрольной группой резких отличий не имело. Через 3 часа после кормления наблюдалось снижение численности бактерий в опытной группе по отношению к контролю, это может говорить об ингибирующим эффекте экстракта коры дуба (табл. 2).

Таблица 2**. Воздействие ЭКД на содержание микрофлоры рубца крупного рогатого скота**

Время взятия пробы	Группа	Наименование		
		простейшие, г/100 мл	бактерии, г/100 мл	инфузории, тыс./мл
До кормления	Контрольная	1,84	0,31	611,0±13,2
	Опытная	2,10	0,20	730,0±21,3
Через 3 часа	Контрольная	1,29	0,40	789,0±9,8
	Опытная	1,95	0,15	898,0±5,7
Через 6 часов	Контрольная	0,9	0,29	500,0±12,0
	Опытная	1,6	1,11	695,0±7,6

Наличие в рубце инфузорий более 500 тыс. свидетельствует о нормальном и эффективном течении ферментативных процессов. Экстракт коры дуба в своем составе содержит некоторое количество легкогидролизируемых углеводов, тем самым способствуя увеличению количества инфузорий. Наибольшая активность инфузорий проявляется через 3 часа после кормления.

Обсуждение полученных результатов.

ЭКД обладает антимикробной активностью, что ранее объяснялось наличием веществ, оказывающих вяжущее и противовоспалительное действия, в том числе некоторых дубильных веществ, галловой и эллаговой кислоты, а также кверцетина. Между тем совсем недавно стало ясно, что не менее важными компонентами коры дуба, оказывающими противомикробное воздействие, оказались вещества, подавляющие чувствительность бактерий к кворуму (QS). Под действием «малых молекул», содержащихся в экстракте коры дуба, происходит угнетение некоторых патогенных групп микроорганизмов [15].

Переваримость кормового субстрата зависит не только от внешних факторов, рационов кормления и т. д., но и немаловажное значение имеет среда, в которой находятся микроорганизмы рубца. Так, при внесении экстракта коры дуба происходило небольшое повышение pH и снижение показателей микробной активности числа инфузорий. При этом наблюдалось повышение целлюлозолитической активности, следовательно, это привело к увеличению переваримости.

Известно, что переваримость питательных веществ зависит от уровня кормления животных [16]. Наибольшее значение переваримости кормового субстрата мы наблюдали при дозировке 3,3 мг/мл. На наш взгляд, этот эффект связан с тем, что количество целлюлозолитических микроорганизмов возросло. Экстракт коры дуба воздействует на микрофлору рубца, тем самым способствует коррекции рубцового пищеварения [17].

В то же время ЭКД, являясь источником кверцетинов, оказывает антиоксидантный и противовоспалительный эффекты на переваримость питательных веществ в рубце крупного рогатого скота [18].

Как следует из доступной литературы, действие кверцетина проявляется через его антиоксидантные свойства, следовательно, обеспечивается повышенная активность и защита клеток всех органов и тканей организма. А также применение кверцетина способствует повышению среднесуточного прироста, что обуславливает увеличение живой массы [19, 20].

Кора дуба – источник танина, не оказывающий отрицательного действия на ферментацию в рубце крупного рогатого скота, положительно влияет на переваримость сухого вещества, а также на обмен энергии и использование белка в рубце [21, 22].

Ранее показано, что кормление поросят экстрактом из танина с экстрактом древесины может привести к улучшению переваримости корма и снижению протеолитических реакций кишечника [23].

Изменения микробиологических процессов под влиянием экстракта коры дуба подтверждаются динамикой водородного показателя (pH). Как следует из полученных данных, во всех опытных группах этот показатель оказался выше, чем в контроле. Возможно, это связано с образованием большого количества аммиака в рубцовом содержимом. Высокая концентрация аммиака ощелачивает содержимое рубца, что сопряжено с улучшением усвояемости рационов [24].

Полученные результаты дают нам почву для дальнейших работ в области влияния экстрактов лекарственных растений на организм сельскохозяйственных животных и птиц.

Выводы.

Из полученных результатов следует, что введение экстракта коры дуба в различных концентрациях сопровождается увеличением переваримости кормового субстрата на величину от 2,42% ($P<0,05$) до 7,13% ($P<0,01$). Наибольшая переваримость опытных кормов достигается при внесении ЭКД в дозировке 3,3 мг/мл.

В эксперименте pH рубцовой жидкости сдвигается ближе к нейтральной среде, следовательно, это способствовало активизации переваримости питательных веществ.

Таким образом, препарат ЭКД не оказывает негативного влияния на переваримость корма в рубце.

Литература

1. Ефремова И.В. Микроорганизмы экосистемы рубца коров при использовании в кормлении нитратблокирующих и биостимулирующих добавок: автореф. дис. … канд. биол. наук. М., 2000. 18 с.

2. Казачкова Н.М., Ишбулатова С.Р., Дускаев Г.К. Альтернатива антибиотикотерапии в животноводстве – применение лекарственных растений // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 4-3. С. 266-268.

3. Яушева Е.В., Мирошников С.А. Продуктивное действие совместного использования препаратов наночастиц железа и аргинина в питании цыплят-бройлеров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 5 (55). С. 158-160.

4. Сравнительная оценка эффективности переваривания кормов при внесении наночастиц металлов в условиях in vitro / А.М. Макаева, К.Н. Атландерова, С.А. Мирошников, Д.Б. Косян // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 6. С. 178-180.

5. Morphological and biochemical blood parameters in broilers at correction with dietary copper salts and nanoparticles / E.A. Sizova, V.L. Korolev, Sh.A. Makaev, E.P. Miroshnikova, V.A. Shakhov // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2016. 51(6): 903-911. doi: 10.15389/agrobiology.2016.6.903eng.

6. To the development of innovative mineral additives based on alloy of Fe and Co antagonists as an example / E.A. Sizova, S.A. Miroshnikov, S.V. Lebedev, A.V. Kudasheva, N.I. Ryabov // Sel'skokhozyaistvennaya biologiya [Agricultural Biology]. 2016. 51(4): 553-562. doi: 10.15389/agrobiology.2016.4.553eng.

7. Мартыненко С.С., Мирошников С.А. Продолжительность скармливания бройлерам ферментного препарата // Птицеводство. 1999. № 2. С. 24-25.

8. Ферментный препарат в рационах курочек / Е. Малюшин, А. Осипов, Г. Левахин, С. Мирошников // Птицеводство. 2001. № 4. С. 29-31.

9. Турищев С.Н. Основы фитотерапии. М., 1999. 128 с.

10. Ефремова И.В. Микроорганизмы экосистемы рубца коров при использовании в кормлении нитратблокирующих и биостимулирующих добавок: дис. … канд. биол. наук. М., 2000. 145 с.

11. Толмачева А.А. Композиции растительных экстрактов и присутствующих в них малых молекул, ингибирующие систему Quorum Sensing LuxI/LuxR типа у бактерий // Биомедицина, материалы и технологии XXI века: сб. тез. I Междунар. шк.-конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. Казань, 2015. С. 200.

12. Оценка воздействия на кишечную микрофлору птицы веществ, обладающих антибиотическим, пробиотическим и анти-Quorum Sensing эффектами / Г.К. Дускаев, Е.А. Дроздова, Е.С. Алешина, А.С. Безрядина // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 11(211): 84-87.

13. Левахин Г.И., Мещеряков А.Г. К методике определения расщепляемости протеина кормов в лабораторных условиях // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003. № 3. С. 12-13.

14. Курилов Н.В., Кроткова А.П. Физиология и биохимия пищеварения жвачных. М.: Колос, 1971. 432 с.

15. Deryabin D.G., Tolmacheva A.A. Antibacterial and Anti-Quorum Sensing Molecular Composition Derived from Quercus cortex (Oak bark) Extract // Molecules. 2015. 17;20(9). 17093-17108. doi: 10.3390/molecules200917093.

16. Демченко В.П. Биологические закономерности повышения продуктивности животных. М.: Колос, 1972. С. 95-98.

17. Атландерова К.Н., Макаева А.М., Курилкина М.Я. Альтернатива использования веществ «Anti-quorum» в комлексе с наночастицами металлов для коррекции рубцового пищеварения // Развитие животноводства – основа продовольственной безопасности: материалы междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 2017. Т. 1. С. 131-134.

18. The Effects of Oral Quercetin Supplementation on Splanchnic Glucose Metabolism in 1-Week-Old Calves Depend on Diet after Birth / J. Gruse, S. Görs, A. Tuchscherer, W. Otten, J.M. Weitzel, C.C. Metges, S. Wolffram, H.M. Hammon // Journal of Nutrition. 2015. 145(11). 2486-2495. doi: 10.3945/jn.115.218271.

19. Торшков А.А. Изменение продуктивных качеств бройлеров при использовании дигидрокверцетина // Аграрная наука и образование в условиях становления экономики: материалы междунар. науч.-практ. конф. Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2012. Ч. 1. С. 398-401.

20. Торшков А.А. Регуляция метаболического гомеостаза, повышение резистентности и реализации биоресурсного потенциала сельскохозяйственной птицы на основе использования в питании природных биологических активных веществ: автореф. дис. … канд. биол. наук. Дубровицы, 2014. 34 с.

21. Hassanat F., Benchaar C. Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2013. V. 93. P. 332-339.

22. Structural features of condensed tannins affect in vitro ruminal methane production and fermentation characteristics / N.T. Huyen, C. Fryganas, G. Uittenbogaard, I. Mueller-Harvey, M.W.A. Verstegen, W.H. Henndriks, W.F. Pellikaan // The Journal of Agricultural Science. 2016. 154(8). 1474-1487.

23. Effect of tannins on growth performance and intestinal ecosystem in weaned piglets / G. Biagia, I. Cipollini, B.R. Paulicks, F.X. Roth // Archives of Animal Nutrition. 2010. Apr. 64(2). 121-135. doi: 10.1080/17450390903461584.

24. Bloomfield R.A. Ruminal pH and absorption of ammonia and VFA // Journal of Animal Science, 1963. 22. 21.

Макаева Айна Маратовна, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории «Агроэкология техногенных наноматериалов» ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-919-842-46-99, e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Атландерова Ксения Николаевна, аспирант, специалист Испытательного центра ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-9228-13-48-65, e-mail: atlander-kn@mail.ru

Поступила в редакцию 16 марта 2018 года

UDC 636.085.25:633.872.1

Makaeva Aina Maratovna, Atlanderova Kseniya Nikolayevna

FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: ayna.makaeva@mail.ru

Digestibility of feed nutrients after using bio-stimulant extract of oak cortex (Quercus cortex) *in vitro*

Summary. Rumen is an ecosystem that combines the microflora and protozoa with the host organism within the framework of the food conversion processes. The significance of rumen for the organism of ruminants determines the prospects for making decisions on improving the digestive efficiency, which can be achieved through the use of probiotics, antimicrobial metabolites and other drugs. Among the latter, plant extracts of medical plants are actively used, for example, the extract of oak bark (Quercus cortex). Oak bark has long been used in folk medicine and veterinary medicine, including the treatment and prevention of cattle diseases. Based on the results of recent studies, antiquorum substances may be one of the components of this activity. According to the results of invitro study it was established that the introduction of extract in various concentrations into ruminal fluid affects the enzymatic activity of this system and is accompanied by a change in the digestibility of feed. The introduction of oak bark extract in various concentrations is accompanied by an increase in the digestibility of feed substrate by an amount from 2.42 % ($P<0.05$) to 7.13 % ($P<0.01$). The highest digestibility of experimental feeds is achieved after adding the extract at a dosage of 3.3 mg/ml. The use of extract leads to an increase in the pH of ruminal fluid to 6.7-6.8.

Key words: cattle, oak bark extract, tannins, digestibility in vitro.

УДК 576.8:636.085.52+633.22

Результаты исследования эффективности действия сорбента фитобиотика Заслона-Фито в рационах дойных коров

Е.А. Йылдырым[1], Л.А. Ильина[1], В.В. Солдатова[1], В.А. Филиппова[1], О.Н. Соколова[1], Ю.А. Козлова[2]
[1] ООО «БИОТРОФ»
[2] АО «ПЗ «Пламя»

Аннотация. Эффективным приёмом деконтаминации микотоксинов в животноводческой практике является применение энтеросорбентов. Одним из современных сорбентов, используемых для профилактики микотоксикозов КРС, является инновационный комплексный сорбент фитобиотик Заслон-Фито на основе пористого носителя диатомита, который модифицирован композицией эфирных масел, вносящей дополнительные пробиотические свойства. Целью исследования была оценка эффективности сорбента фитобиотика Заслона-Фито. Проводился научно-хозяйственный эксперимент в АО ПЗ «Пламя» Ленинградской области Гатчинского района. Применение препарата оказывало выраженное воздействие на молочную продуктивность коров – способствовало повышению среднесуточного удоя натурального молока на 1 голову до 1,8 кг ($P \leq 0,05$). Происходило сопутствующее увеличение содержания жира и белка в молоке у коров опытных групп. Содержание афлатоксина М1 в молоке коров, которым скармливали Заслон-Фито, снижалось на 15,9 %, а количество соматических клеток в молоке уменьшалось почти на 30 %. Наблюдалась оптимизации биохимических показателей крови в группе коров, которым скармливали Заслон-Фито. В результате исследования с использованием молекулярно-генетического метода T-RFLP было показано, что под влиянием применения сорбента происходила оптимизация микрофлоры рубца. Так, в опытной группе с использованием Заслона-Фито происходило значительное увеличение доли рубцовых лактат-утилизирующих бактерий, особенностью метаболизма которых является синтез уксусной кислоты и других ЛЖК. Вероятно, это являлось причиной увеличения жирности молока в группе коров, потреблявших Заслон-Фито, поскольку уксусная кислота – это основной предшественник молочного жира. В опытной группе по сравнению с контрольной происходило снижение количества патогенов в рубце: стафилококков и фузобактерий – возбудителей мастита. Вероятно, следствием этого являлось устранение воспалительных процессов в вымени и снижение соматических клеток в молоке. Результат применения сорбента – увеличение экономической эффективности.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, дойные коровы, молоко, микотоксины, сорбент микотоксинов, Заслон-Фито, ООО «БИОТРОФ».

Введение.

Одним из основных компонентов кормов для крупного рогатого скота является силос. Контаминация микотоксинами корма происходит уже в период роста сельскохозяйственных культур [1-5]. Поэтому отсутствие микроскопических грибов в корме не является гарантией того, что он не загрязнён микотоксинами. Кроме того, как показано рядом авторов [6-10], такие микромицеты, как *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. и *Penicillium* sp., продуцирующие афлатоксины, охратоксин А, Т-2 токсин, ДОН и зеараленон, способны размножаться в силосной экосистеме, проявляя устойчивость к высоким уровням органических кислот и диоксида углерода, в дополнение к низкой доступности кислорода вопреки традиционным представлениям. В связи с этим силос является основным источником микотоксинов и загрязнение силоса микотоксинами является неизбежным риском [1, 2, 8, 11-14].

Одним из современных эффективных приёмов деконтаминации микотоксинов в животноводческой практике является применение энтеросорбентов. Сорбенты способны адсорбировать микотоксины в желудочно-кишечном тракте животных и птиц и выводить их из организма, что снижает уровень всасывания микотоксинов [15, 16].

Цель исследования.

Оценка влияния сорбента микотоксинов Заслон-Фито на продуктивность коров и состав микробиоценоза рубца.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Коровы чёрно-пёстрой голштинизированной породы 2-3-ей лактации. Комплексный сорбент фитобиотик Заслон-Фито.

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. Производственные испытания кормовой добавки Заслон-Фито проводили в период с 17 июля по 25 сентября 2017 г. в ОАО ПЗ «Пламя» Гатчинского района Ленинградской области. По принципу аналогов были сформированы две группы дойных коров по 10 голов в каждой группе. Содержание животных – привязное. На начало опыта все животные клинически здоровы, находились в одинаковых условиях содержания и кормления. Основной рацион включал в себя (кг): комбикорм – 12,0, сено злаково-бобовое – 2,0, силос (злаково-бобовый) – 30,0, жмых подсолнечный – 0,5, кукурузу дроблёную – 1,0, жом свекловичный сухой – 0,5, патоку свекловичную – 1,3 – 1,5, глицерин – 0,25, МВД – 0,2. Всего коровы получали 47,5 кг натурального корма, что составляло – 23-24,0 кг сухого вещества на голову в сутки.

Содержание обменной энергии корма составляло 65,81 МДж, сухого вещества – 6810,15 г, сырого протеина – 900,5 г, сырого жира – 176,46 г, сырой клетчатки – 1391,0 г.

Опытной группе коров кормовую добавку Заслон-Фито вводили в рацион, смешивая её с комбикормом из расчёта 20,0 г на одну голову в сутки.

Инновационный комплексный препарат Заслон-Фито создан на основе пористого носителя диатомита, который модифицирован композицией эфирных масел, вносящей дополнительные пробиотические свойства.

Продолжительность опыта составляла 71 день.

Корма коров для анализа микотоксинов отбирали с кормового стола.

Кровь для биохимических анализов отбирали утром до кормления от коров каждой группы из ярёмной вены. Биохимический анализ крови проводили согласно рекомендациям [17].

T-RFLP-анализ проводили согласно методике, описанной в трудах Маниатиса с соавторами [18] и Ильиной [19] в собственной модификации.

Отбор проб рубцового содержимого коров проводили с помощью зонда.

Исследовали содержание афлатоксина М1 и измеряли оптическую плотность, оценивали количество соматических клеток, массовую долю жира, белка, содержание мочевины в молоке коров.

Оборудование и технические средства. T-RFLP-анализ проводили с помощью прибора CEQ 8000 («Beckman Coulter», США). ИФА афлатоксина М1 проводили на микростриповом фотометре Stat Fax 303+ («Awareness Technology, Inc.», США). Биохимический анализ крови проводили на биохимическом анализаторе «Kobas integra» 400 Plus Roche (Швейцария).

Выделение тотальной ДНК для проведения молекулярно-генетических анализов осуществляли с использованием набора «Genomic DNA Purification Kit» («Fermentas, Inc.», Литва), следуя рекомендациям производителя.

Для исследования содержания афлатоксина М1 в молоке коров методом иммуноферментного анализа применяли тест-системы AgraQuant («Romer Labs, Inc.», Австрия). Оптическую плотность измеряли при λ=450 нм, сопоставляя показатели для образца и для стандартов. ИФА-анализ проводили в молекулярно-генетической лаборатории научно-производственной компании ООО «БИОТРОФ» (г. Санкт-Петербург). 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.

T-RFLP-анализ проводили с помощью эубактериальных праймеров: 63F (CAGGCCTAACACATGCAAGTC) – с меткой на 5'-конце (флуорофор D4 – WellRed) и 1492R (TACGGHTACCTTGTTACGACTT), которые позволяют амплифицировать фрагмент гена 16S рРНК с позициями от 63 до 1492.

Статистическая обработка проведена стандартными методами дисперсионного анализа [20] на персональном компьютере с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследования.

Были проведены производственные испытания сорбента Заслон-Фито на дойных коровах, которым скармливали корма, поражённые афлатоксинами в количестве 9 мкг/кг (выше ПДК в 2,4 раза), зеараленоном – 264 мкг/кг (выше ПДК в 2,6 раз), ДОН – 310 мкг/кг.

Результаты показали, что применение препарата оказывало выраженное воздействие на молочную продуктивность коров – способствовало повышению среднесуточного удоя натурального молока на 1 голову до 1,8 кг (при P≤0,05) (табл. 1). Подобная закономерность наблюдалась и в случае пересчёта данных об уровне удоя в расчёте на молоко 4 %-ной жирности.

Таблица 1. **Уровень молочной продуктивности и биохимический состав молока коров**

Показатель	Контроль без добавок	Заслон-Фито
Суточный удой натурального молока, кг	32,8*	34,6* (+1,8 кг)
Суточный удой молока 4 %-ной жирности, кг	31,5*	34,2*
Белок, %	3,22	3,32*
Жир, %	3,82*	3,92*
Афлатоксин М1, ppt	47,3*	39,8 (-15,9 %)
Кол-во соматических клеток, тыс./см^3	239*	169 (-29,3 %)
Мочевина, мг/100 мл	27,6	26,1*(-5,4 %)
Сухой обезжиренный остаток (СОМО), %	8,7	8,75
Лактоза, %	4,77*	4,84

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

Происходило сопутствующее увеличение содержания жира и белка в молоке у коров опытных групп.

Содержание афлатоксина М1 в молоке коров, которым скармливали Заслон-Фито, снижалось на 15,9 %, а количество соматических клеток в молоке уменьшалось почти на 30 %. Попутно было зафиксировано некоторое снижение уровня мочевины в молоке коров опытных групп.

Результаты исследований биохимических показателей крови, которую отбирали в конце эксперимента у коров, представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Результаты анализа биохимических показателей крови дойных коров**

Показатели	Контроль	Заслон-Фито	Норма
Белок общий, г/л	90,1*	86,1*	72,0-86,0
Глюкоза, м моль/л	2,39*	3,37	2,2-3,3
Резервная щелочность, об % CO_2	54,0	56,0*	46-66
Фосфор, м моль/л	1,63*	2,12*	1,45-1,94

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

Наблюдалась оптимизации уровня общего белка у коров опытной группы по сравнению с контролем. У коров контрольной группы в крови было выявлено снижение количества глюкозы до уровня нижней границы нормы. В группе коров, которым скармливали Заслон-Фито, наблюдалось увеличение уровня содержания неорганического фосфора.

Параллельно анализировали состав микрофлоры в рубце коров с использованием молекулярно-генетического метода T-RFLP. В опытной группе происходило значительное увеличение доли рубцовых лактат-утилизирующих бактерий (табл. 3).

Таблица 3. **Состав микрофлоры рубца коров методом T-RFLP, %**

Микроорганизмы	Контроль	Заслон-Фито
Нормофлора		
Эубактерии	2,03	3,72
Лактатферментирующие бактерии	5,73*	8,54*
Бациллы	9,14	10,58
Бифидобактерии	0,48	0,7
Нежелательная микрофлора		
Лактобактерии	2,5*	1,29*
Энтеробактерии	5,41	1,11*
Клостридии	9,72*	6,47
Патогенные микроорганизмы (общее)	4,62*	3,86*
Транзитная микрофлора		
Псевдомонады и ацидобактерии	1,8	1,47
Некультивируемые бактерии		
Неизвестные ранее бактерии	58,5*	62,2

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

Как видно из таблицы 3, в опытной группе по сравнению с контрольной происходило снижение количества патогенов: стафилококков и фузобактерий – возбудителей мастита, условно-патогенных энтеробактерий и клостридий. Происходило уменьшение содержания нежелательных лактобактерий.

Как показали результаты исследования экономической эффективности, себестоимость 1 кг молока в результате применения Заслона-Фито снизилась на 2 % по сравнению с контролем, а затраты корм. ед. на 1 кг молока – на 2,7 %. При этом получена прибыль от реализации молока коров опытной группы на 1 голову за период опыта 3409,6 руб. (табл. 4).

Таблица 4. **Экономическая эффективность препарата Заслон-Фито (на 2017 г.)**

Показатели, ед. изм.	Контроль	Заслон-Фито	Отношение к контролю
Реализационная цена молока, кг/руб.	27,06	27,06	-
Себестоимость 1 кг молока, руб.	22,90	22,50	-2 %
Затраты корм. ед. на производство 1 кг молока, корм. ед.	1,12	1,09	-2,7 %
Затраты на производство 1 кг молока, чел./ч.	1,53	1,48	-
Прибыль от реализации молока, руб./1 гол.	63049,8	66459,4	+3409,6 руб./1 гол
Рентабельность, %	18,2	18,5	+1,6 %

Обсуждение полученных результатов.

Как было показано, под влиянием применения сорбента Заслон-Фито происходило увеличение показателей продуктивности коров, которое сопровождалось оптимизацией микрофлоры рубца. Так, в опытной группе с использованием Заслона-Фито происходило значительное увеличение доли рубцовых лактат-утилизирующих бактерий, особенностью метаболизма которых является синтез уксусной кислоты и других ЛЖК [21]. Вероятно, это являлось причиной увеличения жирности молока в группе коров, потреблявших Заслон-Фито, поскольку уксусная кислота – это основной предшественник молочного жира.

Кроме того, в опытной группе по сравнению с контрольной происходило снижение количества патогенов: стафилококков и фузобактерий – возбудителей мастита. Вероятно, следствием этого являлось устранение воспалительных процессов в вымени и снижение соматических клеток в молоке. Устранением дисбиотических изменений в рубце коров, в рацион которых включали Заслон-Фито, заключалось также в снижении содержания условно-патогенных бактерий, таких как энтеробактерии и клостридии, а также уменьшении количества лактобактерий, снижающих pH рубца вследствие синтеза большого количества органических кислот, прежде всего молочной.

Известно, что протеин кормов под воздействием микрофлоры, прежде всего простейших, распадается в рубце до аммиака и затем преобразуется в микробиальный протеин, представляющий высокую биологическую ценность для организма коровы. Непреобразованный аммиак поступает в печень, где происходит его превращение в мочевину, которая выделяется с мочой. Часть мочевины возвращается обратно в рубец. Таким образом, при нарушении состава микрофлоры в рубце значительная часть протеина кормов преобразуется через аммиак в мочевину, в результате чего происходят потери дорогостоящего протеинового компонента рациона. Снижение уровня мочевины в молоке коров, получавших Заслон-Фито, может косвенно свидетельствовать об оптимизации численности простейших в рубце, ответственных за синтез микробиального белка.

Позитивное действие Заслона-Фито на состояние здоровья коров можно проследить и по биохимическим показателям качества крови. Необходимо отметить, что отклонение уровня общего белка в крови коров наблюдается, как правило, при нарушении обмена веществ и функций печени [22]. В связи с этим отклонение от нормы данного показателя у коров контрольной группы могло быть связано с воздействием микотоксинов на макроорганизм.

Известно, что многие заболевания коров сопровождаются снижением уровня сахара в крови, что является симптомом серьёзного нарушения углеводного обмена и отсутствием запасов гликогена в печени и в мышцах [23]. Показательно, что у коров контрольной группы в крови было выявлено снижение количества глюкозы до уровня нижней границы нормы, тогда как в опытной группе происходила оптимизация уровня глюкозы.

Установлено, что содержание неорганического фосфора в сыворотке крови отражает состояние обмена этого вещества в организме, а также степень обеспеченности соединениями фосфора [22]. Интересно, что в группе коров, которым скармливали Заслон-Фито, наблюдалось увеличение уровня содержания неорганического фосфора.

Выводы.

В связи с тем, что загрязнение силоса микотоксинами является неизбежным риском, для снижения негативного эффекта от воздействия микотоксинов на организм животных необходимо использование энтеросорбентов. Результаты научно-производственного опыта показывают, что использование кормовой добавки Заслон-Фито в рационах дойных коров из расчёта 20 г на голову в сутки позволяет снизить риски пагубного влияния микотоксинов кормов, улучшить производственные показатели, качество получаемой продукции и, как следствие, экономическую эффективность.

Литература

1. Динамика накопления микотоксинов в силосе на разных этапах хранения / Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым и др. // Сельскохозяйственная биология. 2014. № 6. С. 123-130.

2. Биологическая безопасность силоса / Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Л.А. Ильина, Е.А. Йылдырым // Животноводство России. 2015. № 4. С. 2-3.

3. Mansfield M.A., Jones A.D., Kuldau G.A. Contamination of fresh and ensiled maize by multiple penicillium mycotoxins // Phytopathology. 2008. V. 98. P. 330-336.

4. Boudra H., Morgavi D.P. Mycotoxin risk evaluation in feeds contaminated by Aspergillus fumigatus // Animal Feed Science and Technology. 2005. V. 120. P. 113-123.

5. Effect of physical damage to ears of corn before harvest and treatment with various additives on the concentration of mycotoxins, silage fermentation, and aerobic stability of corn silage / R.S. Teller, R.J. Schmidt, L.W. Whitlow, Jr. Kung // Journal of Dairy Science. 2012. V. 95. P. 1428-1436.

6. Boysen M.E., Jacobsson K.G., Schnurer J. Molecular identification of species from the Penicillium roqueforti group associated with spoiled animal feed // Applied and Environmental Microbiology. 2000. V. 66. P. 1523-1526.

7. El-Shanawany A.A., Mostafa M.E., Barakat A. Fungal population and mycotoxins in silage in Assiut and Sohag governorates in Egypt, with a special reference to characteristic Aspergilli toxins // Mycopathologia. 2005. V. 159. P. 281-289.

8. Toxigenic fungi and mycotoxins in mature maize silage / E. Richard, N. Heutte, D. Pottier, V.Bouchart et al. // Food and Chemical Toxicology. 2007. V. 45. P. 2420-2425.

9. Mansfield M.A., Kuldau G.A. Microbiological and molecular determination of mycobiota in fresh and ensiled maize silage // Mycologia. 2007. V. 99. P. 269-278.

10. Fungal and selected mycotoxins from pre- and postfermented maize silage / M.L. Gonzales Pereyra, V.A. Alonso, R. Sager, M.B. Morlaco et al. // Journal of Applied Microbiology. 2008. V. 104. P. 1034-1041.

11. Диаз Д. Микотоксины и микотоксикозы. М.: «Печатный город», 2006. 382 с.

12. Occurrence of mycotoxins in maize, grass and wheat silage for dairy cattle in the Netherlands / F. Driehuis, M.C. Spanjer, J.M. Scholten, M.C. Te Giffel // Food Additives and Contaminants. 2008. V. 1. P. 41-50.

13. Driehuis F. Silage and the safety and quality of dairy foods: a rewiew // Agricultural and Food Science. 2013. V. 22. P. 16-34.

14. How do grass species, season and ensiling influence mycotoxin content in forage? / J. Skladanka, V. Adam, P. Dolezal, J. Nedelnik et al. // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2013. V. 10. Issue. 11. P. 6084-6095.

15. Микотоксикозы животных / А.В. Иванов, М.Я. Тремасов, К.Х. Папуниди, А.К. Чулков / М.: Колос, 2008. 140 с.

16. Микотоксины (в пищевой цепи) / А.В. Иванов, В.И. Фисинин, М.Я. Тремасов, К.Х. Папуниди. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 136 с.

17. Кондрахин И.Н. Методы ветеринарной, клинической и лабораторной диагностики: справочник. М.: Колос, 2004. 520 с.

18. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Молекулярное клонирование. М.: Мир, 1984. 480 с.

19. Ильина Л.А. Изучение микрофлоры рубца крупного рогатого скота на основе молекулярно-биологического метода T-RFLP с целью разработки способов её оптимизации: дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2012. 197 с.

20. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

21. Тараканов Б.В. Методы исследования микрофлоры пищеварительного тракта сельскохозяйственных животных и птицы. М.: Науч. мир, 2006. 188 с.

22. Казарцев В.В., Ратошный А.Н. Унифицированная система биохимического контроля за состоянием обмена веществ коров // Зоотехния. 1986. Вып. 3. С. 323-330.

23. Васильева Е.А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. М: Агропромиздат, 2000. 359 с.

Йылдырым Елена Александровна, кандидат биологических наук, биотехнолог ООО «БИОТРОФ», 196650, Санкт-Петербург, г. Колпино, Ижорский Завод, д. 45, литера ДВ, тел.: 8-906-268-92-19, e-mail: deniz@biotrof.ru

Ильина Лариса Александровна, кандидат биологических наук, начальник молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», 196650, Санкт-Петербург, г. Колпино, Ижорский Завод, д. 45, литера ДВ, тел.: 8-906-268-92-19, e-mail: ilina@biotrof.ru

Солдатова Валентина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, специалист ООО «БИОТРОФ», 196650, Санкт-Петербург, г. Колпино, Ижорский Завод, д. 45, литера ДВ, тел.: +7(812)322-85-50, тел.: +7-921-565-50-46, e-mail: biotrof@biotrof.ru

Филиппова Валентина Анатольевна, биотехнолог молекулярно-генетической лаборатории ООО «БИОТРОФ», 196650, Санкт-Петербург, г. Колпино, Ижорский Завод, д. 45, литера ДВ, тел.: +7(905)220-65-08, e-mail: dumova@biotrof.ru

Соколова Ольга Николаевна, специалист ООО «БИОТРОФ», 196650, Санкт-Петербург, г. Колпино, Ижорский Завод, д. 45, литера ДВ, тел. +7(812)322-85-50, e-mail: sokolova@biotrof.ru

Козлова Юлия Алексеевна, специалист АО «ПЗ «Пламя», 188358, Ленинградская область, Гатчинский район, деревня Сяськелево, Центральная улица, 8А, тел.: 8-906-268-92-19, e-mail: deniz142011@mail.ru

Поступила в редакцию 13 февраля 2018 года

UDC 576.8:636.085.52+633.22

Yildirim Elena Aleksandrovna[1], Il'ina Larisa Aleksandrovna[1], Soldatova Valentina Vasilievna[1], Filippova Valentina Anatoljevna[1], Sokolova Olga Nikolaevna[1], Kozlova Yulia Alekseevna[2]

[1] *LLC «BIOTROF»*, e-mail: deniz@biotrof.ru

[2] *JSC PF «Flame»,* e-mail: deniz142011@mail.ru

Results of the effectiveness study of phytobiotic sorbent Zaslon-Phyto in diets of milk cows

Summary. The use of enterosorbents is the effective means of decontamination of mycotoxins in animal husbandry practice. One of the modern sorbents used for the prevention of mycotoxicosis of cattle is the innovative complex sorbent phytobiotic, Zaslon-Fito, based on the porous diatomite carrier, which is modified by the composition of essential oils, which introduces additional probiotic properties. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of phytobiotic sorbent. A scientific and economic experiment was conducted in the JSC Flame, Leningrad Region, Gatchina District. The use of the preparation had a pronounced effect on milk productivity of cows – it increased the average daily milk yield per 1 head up to 1.8 kg ($P \leq 0.05$).

There was a concomitant increase in fat and protein in milk in experimental cows. The content of aflatoxin M1 in milk of cows fed with Zaslon-Fito was reduced by 15.9 %, and the number of somatic cells in milk decreased by almost 30 %. The optimization of biochemical parameters of blood in a group of cows, which were fed with Zaslon-Fito was observed. As a result of study using the molecular genetic method of T-RFLP, it was shown that, under the influence of sorbent application, ruminal microflora was optimized. Thus, in the experimental group using Zaslon-Fito, there was a significant increase in the proportion of cicatricial lactate-utilizing bacteria, their peculiarity of metabolism is the synthesis of acetic acid and other VFA. This was probably the reason for the increase in fat content of milk in the group of cows consuming Zaslon-Fito, since acetic acid is the main sign of milk fat. In the experimental group, in comparison with the control group, there was a decrease in the number of pathogens in rumen: staphylococci and fusobacteria- mastitis agent. Probably, the elimination of inflammatory processes in udder and reduction of somatic cells in milk was the consequence of this. The result of using the sorbent is an increase in economic efficiency.

Key words: cattle, milking cows, milk, mycotoxins, mycotoxin sorbent, Zaslon-Fito, LLC «BIOTROF».

УДК 619:612.1:636.2.087

Эффективность пробиотической добавки Биогумитель-Г на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы

Н.Ш. Никулина[1], А.Ф. Никулин[2], И.В. Маркова[3]

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

Аннотация. Большое распространение в последние годы получили пробиотики, которые стали широко использовать для повышения молочной производительности.

Перспективность обусловлена, прежде всего, широким спектром действия на организм животных. Входящие в состав пробиотиков культуры обладают антагонистической активностью в отношении патогенных и условно патогенных микроорганизмов, выполняют иммунную, ферментативную, витаминообразующую функции.

За последнее время наукой и практикой выявлено, что пробиотические препараты улучшают обмен веществ, процессы пищеварения, повышают продуктивность животных.

Пробиотическая добавка Биогумитель-Г является одним из таких препаратов. Целью наших исследований являлось изучение влияния пробиотической добавки Биогумитель-Г на молочную продуктивность и качество молока коров чёрно-пёстрой породы. Опыт проводился в Республике Башкортостан в течение 3 лет.

Исследованиями установлено, что пробиотическая добавка Биогумитель-Г оказала положительное влияние на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы.

Так, у животных опытных групп, получавших добавку Биогумитель-Г, удой за лактацию увеличился по сравнению с коровами контрольной группы, получавших только основной рацион на 216,41-508,01 кг (4,08-9,88 %; P<0,001). В то же время среди коров опытных групп наибольшие удои наблюдались у животных III группы, получавших 3,0 г добавки на 10 кг живой массы. Их преимущество над сверстницами II группы составляло 291,6 кг (5,28 %), IV группы – 23,0 кг (0,39 %).

Ключевые слова: коровы чёрно-пёстрой породы, пробиотическая добавка Биогумитель-Г, корма, молоко, показатели молока, молочная продуктивность.

Введение.

В отрасли скотоводства повышение объёма выработки молока является одной из главных проблем. От полноценности кормления зависит продуктивность молочного скота. При этом продуктивность молочного скота в значительной степени зависит от полноценности кормления [1-3]. В последнее время кормовые добавки получили широкое распространение в практике животноводства. Их применение позволяет восполнить рационы сельскохозяйственных животных и снизить стоимость единицы продукции, а именно молока [4, 5].

Активно ведутся в последние годы в нашей стране и за рубежом исследования по разработке и изучению пробиотиков и пребиотиков, действие которых направлено на сохранение и коррекцию видового состава естественной микрофлоры организма. В состав бактериальных препаратов входят аэробные спорообразующие бактерии, обитающие в почве, окружающей среде и не входящие в состав представителей нормальной микрофлоры кишечника [6, 7].

Механизм процесса пробиотиков, сравнительно с антибиотиками, нацелен не на разрушение, а на ликвидацию условно-патогенных бактерий из состава кишечного микробиотопа для того, чтобы исключить усиление и передачу факторов вирулентности в популяции условно-патогенных бактерий [7, 8].

Пробиотические препараты повышают продуктивность животных, экономические результаты производства, улучшают обмен веществ, процессы пищеварения, что доказано наукой [6].

Цель исследования.

Влияние пробиотической добавки Биогумитель-Г на молочную продуктивность и качество молока коров чёрно-пёстрой породы.

Материалы и методы исследования

Объект исследования. Коровы чёрно-пёстрой породы, пробиотическая добавка Биогумитель-Г.

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. Научно-хозяйственный опыт в период с 2011 по 2013 гг. был проведён в СПК колхозе «Герой» Чекмагушевского района Республики Башкортостан.

Условия содержания и кормления животных всех групп были одинаковыми на протяжении всего опыта (рис. 1).

Уровень кормления соответствовал потребностям растущих животных и был достаточно высоким. У животных I (контрольной) группы применяли основной рацион, II (опытной) группы добавляли к основному рациону 1,5 г пробиотической добавки Биогумитель-Г, III (опытной) группы – 3,0 г, IV (опытной) группы – 6,0 г на 10 кг живой массы соответственно.

В состав пробиотической добавки Биогумитель-Г входит микробная масса живых спорообразующих бактерий штаммов *Bacillus subtilis 12 B* и *Bacillus subtilis 11 B*, которые сорбированы на частицах активированного угля с использованием гумми-90 и глауконита. В составе 1 г добавки входит не менее $1x10^8$ КОЕ бактерий каждого вида, 0,25 г гуми и 0,5 г глауконита. Не содержит ГМО [9-11].

В состав данной добавки входит живая микробная масса, которая размножаясь в кишечнике животных, продуцирует биологически активные вещества и гидролитические ферменты, а также обеспечивает расщепление питательных веществ корма, которые увеличивают переваримость и всасывание питательных веществ, останавливают развитие условно-патогенной микрофлоры.

Исследуемая добавка обладает противомикробным действием к болезнетворным бактериям и повышает иммунитет организма.

Гуми, входящий в состав добавки, обладает антиоксидантными, адаптогенными свойствами, и иммуностимулирующей активностью.

Глауконит – это слоистый минерал, входящий в группу алюмосиликатов преимущественно неразбухающего глинистого типа, физическая структура имеет форму кристаллической решётки, что объясняет биологический эффект минерала [11]. Он селективно сорбирует NH_4^+, CO_2, H_2S, NH_2, CH_4, фенолы, экзо- и эндотоксины, радионуклиды, воду, углеводороды, тяжёлые металлы, некоторые микроорганизмы, т. к. обладает большой активной поверхностью [12, 13].

Кроме того, они участвуют в регулировки состава и концентрации электролитов пищеварительного тракта, и, следовательно, кислотно-щелочного состояния организма и минерального обмена. Вызывают в пищеварительном тракте, в связи с выбросом свободных радикалов кислорода, бактерицидный эффект. Увеличивают активность ферментов желудочно-кишечного тракта, переваримость питательных веществ корма [14, 15].

В зимний сезон подопытные коровы в СПК колхозе «Герой» содержались беспривязно в коровнике, летом – в лагере. В период доения осуществляли кормление концентрированными кормами, грубыми и сочными – в помещении.

В зимнее время водопой осуществляли из автопоилок. Ежедневно животным предоставляли активный моцион. Навоз убирали скребковыми транспортёрами.

Кормление в летний период осуществляли из кормушек, установленных под навесом по периметру изгороди, поение осуществляли из корыт.

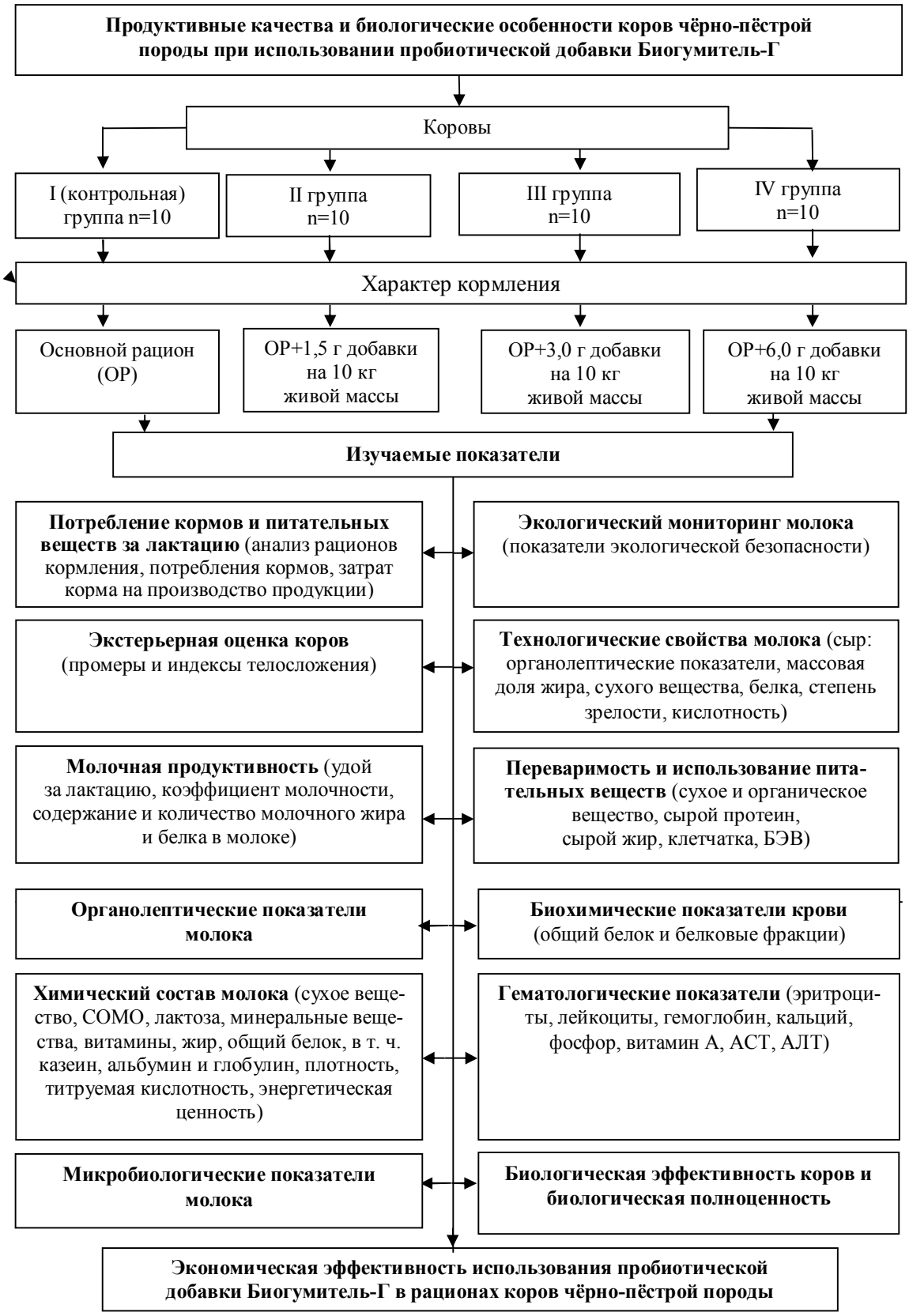


Рис. 1 – Схема проведения опыта

Оборудование и технические средства. Используя ГОСТ Р 51451-99 «Методика учёта надоев коровьего молока», ГОСТ 23327-98 «Молоко и молочные продукты измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка», определяли жир и массовую долю белка. Применяя методики отбора проб молока, по ГОСТ 26809-86 определяли химический состав и качество молока; массовую долю жира в молоке – кислотным методом Гербера по ГОСТ 5867-90 [16-19].

Статистическая обработка. Обработка полученного материала проводилась с помощью общепринятого параметрического метода (t-критерий Стьюдента) с использованием пакета программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследований.

В ходе проведённого эксперимента было выявлено улучшение динамики молочной продуктивности коров чёрно-пёстрой породы с применением пробиотической добавки.

Так, в сравнении с коровами контрольной группы удой за лактацию у животных опытных групп повысился на 216,41-508,01 кг (4,08-9,88 %; P<0,001). Максимальные удои среди коров опытных групп отмечались у животных III группы. Их преобладание над сверстницами II группы составляло 291,6 кг (5,28 %), IV группы – 23,0 кг (0,39 %).

В молочном животноводстве, массовая доля жира и белка в молоке является важным контролируемым показателем [4, 7].

Выявлено, что предельной величиной исследуемых показателей характеризовалось молоко коров II, III и IV групп.

Их превосходство по содержанию жира в молоке над аналогами контрольной группы составляло 0,03 %, 0,09 %, 0,06 % соответственно. Установлена аналогичная динамика по содержанию белка. Достаточно отметить, что их превосходство составляло 0,01-0,03 %.

Добавка обуславливает увеличение содержания жира и белка и его количество. Так, в опытных группах увеличение содержания молочного жира составляло 5,8-12,3 % и белка – 5,6-10,7 % соответственно (табл. 1).

Таблица 1. **Молочная продуктивность коров за лактацию**

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Удой за лактацию, кг	5303,39±33,14	5519,8±38,64***	5811,4±26,21***	5788,4±16,39
Массовая доля жира в молоке, %	3,66±0,032	3,69±0,026	3,75±0,030	3,72±0,017
Массовая доля белка в молоке, %	3,12±0,003	3,13±0,003	3,15±0,002	3,14±0,006
Количество молочного жира, кг	193,67±3,328	204,94±2,479*	217,66±2,555**	214,69±4,238
Количество молочного белка, кг	164,39±2,020	173,73±1,943*	182,12±0,903***	180,75±1,990
Живая масса, кг	489,0±3,06	490,25±3,04	497,92±3,05	491,92±3,01
Коэффициент молочности, %	1085,07±10,61	1126,58±12,77**	1176,64±9,16***	1168,07±7,57*

Примечание: здесь и далее * – P<0,05; ** – P<0,01; *** – P<0,001, при сравнении контрольной группы с опытными

В результате эксперимента установлено, что наибольшей величиной изучаемых показателей характеризовалось молоко коров II, III и IV групп.

Массовая доля жира в молоке у коров опытных групп (II-IV) превзошла контрольную на 0,03 %, 0,09 %, 0,06 % соответственно. Аналогичная динамика прослеживалась и по массовой доле белка в молоке, так превосходство составило 0,01-0,03 %.

Пробиотическая добавка Биогумитель-Г обуславливает повышение процентного содержания жира и белка в молоке, количество молочного жира и белка. Установлено, что количество молочного жира в опытных группах составило 5,8 (P≤0,05) – 11,0 % и белка 5,7 (P≤0,05) – 10,0 % соответственно.

Количество полученного молока на 100 кг живой массы характеризует коэффициент молочности, что указывает на ускоренный обменный процесс у животных.

Наивысший коэффициент молочности был выявлен у животных III группы.

По величине исследуемого показателя коровы III группы преобладали над сверстницами I группы на 91,57 кг (8,43 %; P<0,001), II группы – на 50,06 кг (4,44 %; P<0,01), IV группы – на 8,57 кг (0,73 %; P<0,05).

Таким образом, достаточно высокие показатели коэффициента молочности имели все испытуемые группы, что свидетельствует о том, что животные относятся к молочному типу продуктивности.

По среднесуточному удою устанавливают пик продуктивности на протяжении лактации, что является важным при анализе воздействия исследуемой добавки на организм животных (табл. 2).

Таблица 2. **Среднесуточный удой коров, кг**

Месяц лактации	Группа			
	I	II	III	IV
I (март)	23,45±0,41	23,71±0,34	23,99±0,30	23,8±0,27
II (апрель)	26,00±0,41	26,03±0,32	27,32±0,26	27,08±0,38
III (май)	23,04±0,53	23,6±0,44*	25,28±0,20**	24,53±0,13
IV (июнь)	22,03±0,43	22,58±0,47	23,08±0,18	23,01±0,20
V (июль)	20,07±0,35	20,96±0,30	21,33±0,18	21±0,23
VI (август)	15,57±0,27	16,05±0,23	18,23±0,17	17,08±0,13
VII (сентябрь)	14,05±0,26	14,3±0,28***	15,99±0,26***	15,89±0,13*
VIII (октябрь)	12,02±0,21	12,92±0,26	14,36±0,19	14,13±0,25
IX (ноябрь)	10,04±0,23	11,01±0,18	11,52±0,15	11,22±0,25
X (декабрь)	7,11±0,16	9,28±0,20	10,33±0,23	10,04±0,13

У животных всех подопытных групп отмечена тенденция увеличения суточного удоя, о чём свидетельствуют полученные данные. Объём удоя с первого по второй месяц лактации животных I группы вырос на 2,55 кг (10,87 %), II группы – на 2,32 кг (9,78 %), III группы – на 3,33 кг (13,88 %), IV группы – на 3,28 кг (13,78 %).

За последующий месяц лактации установлено преобладание животных исследуемых групп над контрольными сверстницами по величине анализируемого показателя. Животные II группы имели преимущество над коровами I группы на 1,68 кг (7,11 %), III – на 2,24 кг (9,72 %), IV группы – на 0,75 кг (3,10 %).

Уровень молочной продуктивности у коров всех групп постепенно снижался, начиная с третьего месяца и до конца лактации

В третий месяц лактации коровы исследуемых групп превысили контрольных аналогов на 0,56-2,24 кг (2,43-9,72 %; P<0,05-0,01) по величине изучаемого показателя.

Менее интенсивное снижение удоя происходило с четвёртого по пятый месяц. Так, у коров I группы разница была 1,96 кг (8,8 %), II группы – 1,62 кг (7,1 %), III – 1,75 кг (7,5 %), IV группы – 2,01 кг (8,7 %).

Об одинаковом характере изменений с предыдущими месяцами лактации свидетельствует анализ межгрупповых различий.

Начиная с шестого месяца, отмечалось уменьшение среднесуточного удоя у животных исследуемых групп. Так, величина изучаемого показателя в шестом месяце в сравнении с предыдущим уменьшилась на 3,10-4,90 кг (17,9-28,9 %), в седьмом – на 1,52-2,24 кг (10,8-14,0 %), в восьмом – на 1,63-2,03 кг (11,0-16,8 %), в девятом – 1,98-2,84 кг (19,7-24,0 %), в десятом – на 1,19-2,93 кг (11,5-41,2 %).

Следует отметить, что животные опытных групп превосходили контрольных сверстниц по величине среднесуточного удоя все последующие месяцы лактации. Преимущество животных II-IV групп над аналогами I группы в седьмом месяце составляла 0,25-1,84 кг (1,78-13,1 %), в восьмом – 0,9-2,11 кг (7,48-17,5 %), в девятом – 0,97-1,18 (9,66-11,7 %), в десятом – 2,17-2,93 кг (30,5-41,2 %). Коровы III группы занимали лидирующее положение. Достаточно отметить, что в седьмом месяце их преобладание в сравнении с I группой было 1,94 кг (13,8 %; P<0,001), II – 1,69 кг (11,8 %; P<0,001), IV группой – 0,1 кг (0,62 %; P<0,05).

По результатам полученных данных были построены лактационные кривые среднесуточного удоя (рис. 2).

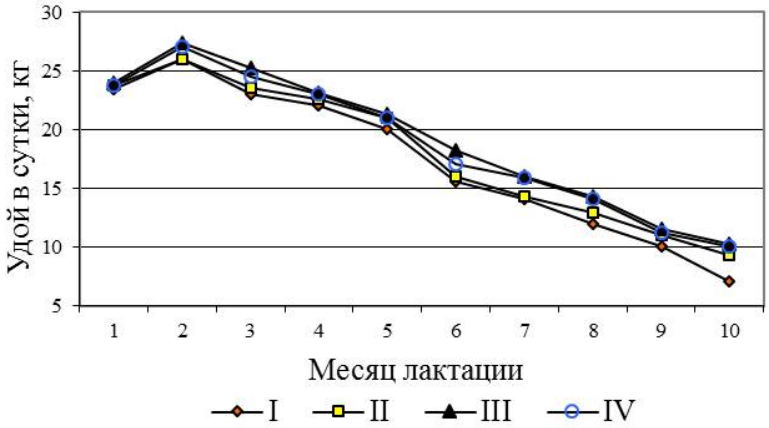


Рис. 2 – Лактационные кривые исследуемых коров по месяцам лактации

Так, по графику видно, что происходит увеличение среднесуточного удоя в период с первого до второго месяца лактации у коров всех подопытных групп. Величина изучаемого показателя у коров I группы составляла 26,00 кг, II – 26,03 кг, III – 27,32 кг, IV группы – 27,08 кг.

Снижение среднесуточного удоя отмечалось в промежутке с третьего по десятый месяц, что объясняется физиологической принадлежностью животных [10].

Следовательно, коровы чёрно-пёстрой породы опытных групп характеризовались наибольшей степенью среднесуточного удоя.

Максимальными показатели среднесуточного удоя были у животных, которые потребляли пробиотическую добавку Биогумитель-Г в дозировке 3,0 г на 10 кг живой массы в смеси рациона.

По месяцам лактации нами проанализированы удои коров, результаты которых представлены в таблице 3.

Во втором месяце лактации у коров всех подопытных групп было произведено максимальное количество молока, о чём свидетельствует анализ полученных данных.

Так, коровы I группы по величине исследуемого показателя уступали аналогам II группы на 27,75 кг (3,68 %), III – на 66,25 кг (8,79 %), IV группы – на 59,25 кг (7,86 %).

Небольшое снижение удоев отмечалось в последующие месяцы. Так, величина изучаемого показателя у животных в четвёртом месяце по сравнению с первым месяцем снизилась на 53,49-65,95 кг (7,19-9,98 %), в пятом месяце – на 92,74-104,88 кг (6,80-14,2 %).

Таблица 3. **Удой подопытных коров по месяцам лактации, кг**

Месяц лактации	Группа			
	I	II	III	IV
I	726,95±12,72	734,96±10,40*	743,74±9,33*	737,80±8,29*
II	753,25±18,00	781,00±9,53*	819,50±7,81**	812,50±11,52*
III	741,93±20,80	731,60±13,59*	760,53±4,15*	783,78±6,08*
IV	661,00±12,76	677,50±14,13*	690,25±6,08*	692,25±5,32*
V	622,07±10,92	649,71±9,33*	651,00±7,17*	661,33±5,58*
VI	482,57±8,34	497,55±7,08*	564,98±5,41***	529,33±3,97*
VII	421,50±7,89	429,00±8,39*	479,75±7,90***	476,75±3,83***
VIII	372,52±6,42	400,42±8,14*	445,11±5,89***	437,88±7,67***
IX	301,25±7,02	330,25±5,38*	336,50±7,59***	345,50±4,48***
X	220,36±4,86	287,78±6,09***	320,08±7,15*	311,29±4,03***
Всего за 305 дней лактации	5303,39±33,14	5519,8±38,64***	5811,4±26,21*	5788,4±16,39*

Наибольшим удоем за 305 дней лактации отличались коровы опытных групп. Лидерство среди животных опытных групп установлено у коров III группы.

Животные I группы уступали им на 508,01 кг (9,6 %; P<0,05), II – на 291,6 кг (5,3 %; P<0,001), IV группы – на 23 кг (0,4 %; P<0,05).

В конечном итоге выявлено, что применение исследуемой добавки положительно влияет на молочную продуктивность в рационе животных.

Результаты исследования показали, что лучшим удоем за лактацию характеризовались коровы опытных групп, следовательно, и экономические показатели этих групп были лучше (табл. 4).

Таблица 4. **Экономическая эффективность скармливания пробиотической добавки (в расчёте на 1 животное)**

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Удой за лактацию, кг	5303,39	5519,8	5811,4	5788,4
Производственные затраты, руб.	61473	62476	63206	63841
Себестоимость 1 ц молока, руб.	719,05	710,11	701,28	703,46
Выручка от реализации, руб.	63641	66238	69737	69456
Прибыль, руб.	25507	27041	28983	28737
Уровень рентабельности, %	41,4	43,2	45,8	45,0

Так, у животных I группы себестоимость 1 ц молока по сравнению со сверстницами опытных групп была выше на 8,94-17,77 руб., выручки от реализации получено меньше на 2597-6096 руб., прибыли – на 1534-3476 руб., уровень рентабельности ниже на 1,8-4,4 %.

При этом более высокой прибылью, уровнем рентабельности и минимальной себестоимостью 1 ц молока характеризовались коровы, получавшие в составе рациона пробиотическую добавку Биогумитель-Г в дозе 3,0 г на 10 кг живой массы.

Следовательно, введение в рацион коров чёрно-пёстрой породы пробиотической добавки Биогумитель-Г является экономически эффективным.

Обсуждение полученных результатов.

Анализируемая добавка оказала существенный эффект на молочную продуктивность коров чёрно-пёстрой породы, что установлено проведёнными исследованиями. Эксперимент показал, что за лактацию удой у животных исследуемых групп повысился в сравнении с коровами контрольной группы на 216,41-508,01 кг (4,08-9,88 %; P<0,001).

В молочном животноводстве одним из значимых контролируемых показателей является массовая доля жира и белка в молоке. Выявлено, что молоко коров II, III и IV групп характеризовалось наивысшей величиной по исследуемым показателям.

Пробиотическая добавка Биогумитель-Г обуславливает повышение процентного содержания жира и белка в молоке, количество молочного жира и белка. Установлено, что количество молочного жира в опытных группах составило 5,8 (P≤0,05) – 11,0 % и белка 5,7 (P≤0,05) – 10,0 % соответственно.

Наши сведения подтверждаются результатами исследований, полученными Н.И. Барабанщиковым [3].

Животные исследуемых групп отличались предельным коэффициентом молочности, наибольшее значение было зафиксировано у коров III группы.

Таким образом, величина исследуемого показателя животных III группы была больше сверстниц I группы на 91,57 кг (8,43 %; P<0,001), II группы – на 50,06 кг (4,44 %; P<0,01), IV группы – на 8,57 кг (0,73 %; P<0,05).

Следовательно, значения коэффициента молочности всех испытуемых групп имели достаточно высокие показатели, что свидетельствует о том, что животные относятся к молочному типу продуктивности. Аналогичная закономерность установлена исследованиями других учёных [12].

Выводы.

1. Использование разных доз пробиотической добавки Биогумитель-Г в рационах коров чёрно-пёстрой породы привело к увеличению молочной продуктивности, оказало благоприятное действие на качественные и технологические свойства молока подопытных животных.

2. Использование в кормлении животных пробиотической добавки позволило увеличить молочную продуктивность коров III группы за лактацию в сравнении с аналогами I группы на 508,01 кг; II – на 291,6 кг, IV группы – на 23 кг.

Литература

1. Азоркина Е., Рыжова Н. Химический состав и технологические свойства молока коров при включении в рацион цеолитов // Молочное и мясное скотоводство. 2009. № 7. С. 29-30.

2. Батырь Р.Ю. Влияние кратности доения на продуктивность коров // Научно-технический бюллетень института животноводства национальной академии аграрных наук Украины. 2013. № 109(2). С. 8-13.

3. Барабанщиков Н.В. Молочное дело. 2-е изд., переб. и доп. М.: Агропромиздат, 1990. 351 с.

4. Зайнуков Р., Миронова И., Тагиров Х. Влияние глауконита на молочную продуктивность первотёлок // Молочное и мясное скотоводство. 2008. № 5. С. 17-19.

5. Кирилов М.П., Фёдорова Р.П., Рациональное использование концентрированных кормов в молочном скотоводстве. Дубровицы, 1998. С. 56-64.

6. Кислюк С.М., Лаптев Г.Ю., Новикова Н.И. Ферментативные пробиотики – новый класс кормовых добавок // ЗооИндустрия. 2004. № 5. С. 10-11.

7. Миронова И.В., Исхакова Н.Ш., Низамутдинова А.И. Влияние глауконита на потребление и характер использования энергии рационов коровами-первотелками бестужевской породы // Молодёжная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. молодых учёных. Уфа, 2011. С. 168-171.

8. Исхакова Н.Ш. Экстерьерная оценка коров-первотёлок чёрно-пёстрой породы при использовании добавки «Биогумитель-Г» // Инновации, экобезопасность, техника и технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. междунар. участием. Уфа, 2012. С. 39-42.

9. Валитова А.А. Молочная продуктивность, состав и технологические свойства молока коров чёрно-пёстрой породы при использовании пробиотической добавки «Ветоспорин-актив»: дис. … канд. биол. наук. Волгоград, 2014. 152 с.

10. Вагапов Ф.Ф., Тагиров Х.Х., Миронова И.В. Этологическая реактивность бычков чёрно-пёстрой породы при использовании пробиотической кормовой добавки биогумитель // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 5(37-1). С. 136-138.

11. Цицишвили Г.В. Природные цеолиты. М.: Наука, 1985. С. 6-47.

12. О состоянии молочного животноводства в Российской Федерации / Г. Шичкин, И. Дунин, Н. Щегольков, Я. Авдалян // Молочное и мясное скотоводство. 2010. № 7. С.2-6.

13. Ахметзянова Ф.К. Эффективность снижения поступления тяжёлых металлов из кормов в молоко при включении в рацион коров сорбентов. Казань, 2008. 18 с.

14. Бессарабов Б., Ковканов А., Мельникова И. Пробиотики эффективны и безвредны // Животноводство России. 2008. № 5. С. 28-29.

15. Эффективность использования новой кормовой добавки «Тетра+» / Н.И. Ковзалов, Е.Ю. Злобина, Н.И. Мосолова, А.А. Короткова // Аграрный Вестник Урала. 2013. № 8(114). С. 17-19.

16. ГОСТ Р 51451-99. Методика учёта надоев коровьего молока. Введ. 22.12.1999. М., 1999. 6 с.

17. ГОСТ 23327-98 Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка. Введ. 12.11.1998. М., 1998. 15 с.

18. ГОСТ 26809-86 Молоко и молочные продукты. Правила приёмки, методы отбора и подготовка проб к анализу. Введ. 27.01.1986. М., 1986. 12 с.

19. ГОСТ 5867-90 Молоко и молочные продукты. Методы определения жира. Взамен ГОСТ 5867-69, ГОСТ 6822-67 в части п. 2.2. Введ. 01.07.1991. М., 1990. 11 с.

Никулина Неля Шамилевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии продукции общественного питания и переработки растительного сырья ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», 450001, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, тел.: (347)228-07-17, 8-917-473-11-52, e-mail: Nelya8787@mail.ru

Никулин Александр Фёдорович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ООО «АгроТехСтрой», 450006, г. Уфа, ул. Пархоменко, 156/3, офис 511а, тел.: (347)286-55-96, e-mail: Nikula_8@mail.ru

Маркова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, 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: irinazzz88@yandex.ru

Поступила в редакцию 2 февраля 2018 года

UDC 619:612.1:636.2.087

Nikulina Nelya Shamilevna[1], Nikulin Alexander Fedorovich[2], Markova Irina Viktorovna[3]

[1] *FSBEI HE «Bashkir State Agricultural University»*, e-mail: Nelya8787@mail.ru

[2] *LLC «AgroTechStroy»,* e-mail: Nikula_8@mail.ru

[3] *FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: irinazzz88@yandex.ru

The effectiveness of probiotic supplement Biogumitel-G on milk productivity of Black Spotted cows

Summary. Probiotics have become very popular in recent years, and they have been widely used to increase dairy production.
The prospects of its use is due, first, to a wide range of actions on animal organism. Cultures containing probiotics have antagonistic activity against pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms, perform immune, enzymatic, vitamin-forming functions.
Recently, science and practice have revealed that probiotic drugs improve metabolism, digestion processes and increase the productivity of animals.
The probiotic supplement Biogumitel-G is one of such preparations. The purpose of our research was to study the influence of probiotic supplement Biogumitel-G on milk productivity and milk quality of cows of Black Spotted breed. The test had been conducted in the Republic of Bashkortostan for 3 years.
Studies have established that the probiotic supplement Biogumitel-G had a positive effect on milk productivity of Black Spotted breed.
Thus, animals of the experimental groups receiving Biogumitel-G supplement, milk yield per 1 lactation increased in comparison with the cows from control group who received only the main diet by 216.41-508.01 kg (4.08-9.88 %, P<0.001). At the same time, among cows of the experimental groups, the greatest yield was observed in the animals of group III, who received 3.0 g of supplement per 10 kg of live weight. Their advantage over animals of the same age of group II was 291.6 kg (5.28 %), group IV – 23.0 kg (0.39 %).
Key words: cows of Black Spotted breed, probiotic supplement Biogumitel-G, feed, milk, milk indicators, milk productivity.

УДК 591.11:577.15:636.5

Морфобиохимические показатели крови бройлеров при коррекции рациона тритикале и ферментными препаратами Ронозим и Ровабио

А.Ю. Никитин[1], И.В. Маркова[2], С.В. Лебедев[2,3]

[1] *ЗАО «Птицефабрика Оренбургская»*

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

[3] *ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»*

Аннотация. Ведение экономически выгодного эффективного интенсивного мясного птицеводства в настоящее время без применения ферментных препаратов, оказывающих стимулирующее действие на организм птицы, представить невозможно.

Изучены биохимические и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров кросса «Смена-4» в рационах, в которых использовались корма с частично замещённой пшенично-ячменной частью на тритикале и коррекцией ферментными препаратами Ронозим и Ровабио. На фоне полученных результатов зафиксировано успешное протекание физиологических процессов в организме птицы за счёт используемых ферментных комплексов в тритикалесодержащем рационе. Группа, получавшая мультикомплекс Ровабио, на 9,4 % снизила затраты корма на 1 кг прироста. Данная группа по переваримости сырого протеина и сырого жира на 2,4 и 3,0 % выше контрольной и I группы, что свидетельствует об эффективности испытуемого препарата. Подтверждён ростостимулирующий эффект, который оказывают ферментные препараты Ронозим и Ровабио, так, их превосходство по живой массе – на 7,6-15,1 % ($P \leq 0,05$).

Произошло увеличение гемоглобина в испытуемых группах на 0,3-5,2 %, общего белка – 3,0-4,0 %, альбуминов – 3,1-6,5 %, билирубина – 12,5-26,2 %. Улучшен фосфорно-кальциевый обмен в сторону I (Ронозим) и II групп (Ровабио), так, содержание фосфора в сыворотке крови больше на 10,5-15,1 %, кальция – 17,0-29,5 %. Наибольшим положительным эффектом в отношении всех изученных параметров обладает мультиферментный комплекс Ровабио, его целесообразность применения в рационе с зерном тритикале абсолютно обоснована.

Ключевые слова: цыплята, бройлеры, гематологические показатели, кровь, ферментные препараты, Ронозим, Ровабио, зерно тритикале.

Введение.

Общеизвестно, что затраты кормов в птицеводческой отрасли до 70 % приходятся на зерновые культуры – пшеницу, кукурузу, ячмень. Они являются необходимыми в питании населения, им отводится главное место среди продовольственных культур. Сегодня актуален поиск новых видов зерновых кормов для частичной замены традиционных с последующим использованием их для повышения продуктивности птицы [1, 2].

Решением данного обстоятельства служит использование нетрадиционных видов кормов в рационе птицы как источников белкового питания – тритикале [3]. Данный гибрид отличается повышенным содержанием белка и незаменимых аминокислот, что определяет его биологическую и пищевую ценность, а также кормовые достоинства. Содержание белка на 1,0-1,5 % выше, чем у пшеницы, и на 3-4 %, чем у ржи.

По фракционному составу белки тритикале занимают промежуточное положение между белками пшеницы и ржи. По переваримости белков разница минимальная – 89,3 % (пшеница) и 90,3 % (тритикале) [4].

Целесообразность частичного замещения зерновой части рациона бройлеров на тритикале с добавлением ферментных комплексов состоит в том, что местные корма содержат фитаты, некрахмалистые полисахариды, практически не разрушающиеся в пищеварительном тракте животного. Тем самым ухудшая адсорбцию уже переваренных веществ и снижая их питательную

ценность, что совсем неблагоприятно сказывается на продуктивности птицы [5, 6]. Выходом служит комплекс правильно подобранных препаратов, помогающих свести к минимуму антипитательные свойства кормов.

Согласно мнению учёных отечественной и зарубежной науки, огромные резервы увеличения производства продуктов птицеводства таятся в повышении коэффициента полезного действия потребляемых животными кормов за счёт увеличения метаболизма [7, 8].

Цель исследования.

Определить эффективность применения ферментных препаратов в тритикалесодержащих рационах цыплят-бройлеров и их влияние на морфобиохимические показатели крови.

Материал и методы исследования

Объект исследования. Исследования выполнены на модели цыплят-бройлеров кросса «Смена-4».

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

Схема эксперимента. Исследования проведены в условиях экспериментально-биологической клиники (вивария) ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». Помещение для содержания подопытных бройлеров оборудовано системой вентиляции, поддерживался температурный режим с точной регулировкой температуры от +15 до +25 °С (ошибка – не более 1 °С). Режим освещения – 12 ч свет/12 ч темнота. Влажность помещения составляла 60 %. Микроклимат в помещении соответствовал требованиям ВНИТИП [9].

Были отобраны цыплята семидневного возраста. Уход за ними проводился согласно правилам лабораторной практики при проведении доклинических исследований в РФ [10]. Поение бройлеров осуществлялось автоматическими поилками, находящимися в клетках.

Был проведён опыт на 7-дневных цыплятах-бройлерах (n=30) массой 160-180 граммов, разделённых на три равные по численности группы. Основой рационов была пшенично-ячменная смесь. На протяжении подготовительного периода (7-21 нед.) птица всех опытных групп получала основной рацион, сформированный в соответствии с нормами ВНИИТИП(а) [11]; в учётный период (22-43 нед.) рацион контрольной группы состоял из основного рациона с заменой 15 % пшеницы на 15 % тритикале; I группы – рацион контрольной группы с добавлением ферментного препарата Ронозим (150 кг/т); II группы – рацион контрольной группы с добавлением ферментного препарата Ровабио в дозировке 150 г/т. Кормление птицы осуществлялось 2 раза в сутки, поение – вволю.

В работе использовались ферментные препараты. Ронозим содержит термостабильную фитазу с активностью не менее 10000 ед/г, полученную глубинным культивированием штамма-продуцента Aspergillus oryzae (DSM 17594), а также сульфат натрия – 59,0 %, целлюлозу – 7,0 %, декстрин – 7,0 %, каолин – 17,0 %, растительное масло – 7,0 %, воду – 1,0 %. Представляет собой микрогранулы бежевого цвета, со специфическим запахом, не электростатичен, обладает хорошей сыпучестью, имеет пониженное пылеобразование; Ровабио представляет собой мультиферментный комплекс, продуцируемый штаммом Penicilium funiculosum, в состав которого входят ферменты: эндо-1,4-β-ксиланаза с активностью не менее 22 000 visko ед/г, эндо-1,3(4)-β-глюканаза с активностью не менее 2 000 AGL ед/г, а также носитель – пшеничная мука (до 100 %). Представляет собой порошок бежевого цвета, не растворимый в воде, совместим со всеми ингредиентами кормов, лекарственными средствами и другими компонентами добавки.

Для изучения динамики роста подопытной птицы на протяжении всего эксперимента проводилось еженедельное взвешивание.

Переваримость питательных веществ изучалась в ходе балансовых опытов по методикам ВНИТИПа [12]. Формирование средней пробы включало отделение от помёта пера, гомогенизацию и отбор в количестве 10 % от общей массы экскрементов. Фиксацию аммиака осуществляли 0,1 н раствором щавелевой кислоты (4 мл на 100 г помета). По завершению балансового опыта отбирали 10 % от общей массы, высушивали при температуре +60…+ 70 °С и хранили в ёмкости с притёртой крышкой.

Оборудование и технические средства. Анализ химического состава кормов, их остатков и помёта, а также биосубстратов проводился в независимом аккредитованном Испытательном центре ЦКП ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.2015 г.) и лаборатории «Агроэкология техногенных наноматериалов».

Для исследования были использованы клетки КУН-0,5 с полезной площадью 4050 см^2, изготовленные из оцинкованной сварной сетки и железного листа. Каждая клетка оснащена автоматическими 2-нипильными поилками, с полипропиленовым шлангом, кормушкой и оцинкованным поддоном.

Температурный режим осуществлялся с помощью терморегулятора для внутренних помещений RTR-B.

Образцы крови для гематологических исследований отбирали в вакуумные пробирки с ЭДТА-К3 с активатором свёртывания. Определение параметров крови осуществляли с помощью автоматического биохимического анализатора CS-T240 («Dirui Industrial Co., Ltd.», Китай). Биохимический анализ крови проводился с использованием коммерческих биохимических наборов для ветеринарии ДиаВетТест (Россия) и коммерческих биохимических наборов Randox (США).

Статистическая обработка. Все полученные в ходе исследования данные были подвергнуты статистической обработке. Статистический анализ проводили путём сравнения опытных групп с контрольной, используя SPSS 19.0 программного обеспечения («IBM Corporation», США) и пакет программ «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Значение с P≤0,05 считалось статистически значимым [13].

Результаты исследований.

По результатам исследований выявлено, что фактическое потребление кормов опытными группами было наибольшим в сравнении с контрольными значениями на конец эксперимента разница составила 1,0 и 5,6 % соответственно. Между тем уровень затрат корма на 1 кг прироста у бройлеров I и II групп относительно контрольной был на 6,9 и 9,4% меньше, что говорит о лучшем использовании питательных веществ корма.

Нами также выявлены различия по переваримости питательных веществ корма между испытуемыми бройлерами (табл. 1).

Таблица 1. **Коэффициенты переваримости питательных веществ корма, %**

Показатель	Органическое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Углеводы, в среднем
Контрольная	75,54±3,97	80,85±4,32	85,01±3,45	71,97±3,68
I опытная	77,57±0,59	80,99±0,50	84,78±0,40	75,12±0,65
II опытная	79,54±0,24	83,25±0,20	87,98±0,14	76,79±0,27

Высокий уровень метаболизма при скармливании Ровабио (II группа) связан с увеличением переваримости сырого протеина на 2,4 % и сырого жира – на 3,0 %, что свидетельствует об эффективности испытуемого препарата.

Анализируя развитие ростовых характеристик цыплят, видим, что превосходство их живой массы относительно контрольной начинается после 3-й недели учётного периода на 1,5 % и в таком положении находится до конца опыта (табл. 2). На 5-й неделе опытная I группа превосходит контрольных особей на 7,6 % (P≤0,05), II группа – 15,1 % (P≤0,05).

Таблица 2. **Динамика живой массы цыплят-бройлеров, г**

Недели опыта	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
0	169,00±11,5	169,00±10,2	169,33±10,8
1	319,67±16,8	309,33±20,7	301,67±16,5
2	536,33±43,5	522,00±24,1	498,00±21,5
3	782,00±130,6	776,00±63,0	794,00±72,0
4	1 330,00±34,2	1 366,00±42,7	1 480,00±136,7
5	1 984,67±43,0	2 134,67±50,0*	2 285,33±40,1*

Примечание: * – P≤0,05, при сравнении контрольной группы с I, II, III группами

Установлено, что морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров всех групп находились в пределах допустимых физиологических норм (табл. 3). Следует отметить, что при введении ферментных препаратов зафиксировано увеличение гемоглобина на 0,3-5,2 % в сторону опытных групп. Содержание эритроцитов находилось на уровне контрольной группы, с небольшим отклонением в сторону II опытной группы.

Таблица 3. **Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров**

Показатели	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Гемоглобин, г/л	115,0±6,03	121,0±0,58	115,33±0,88
Эритроциты, 10^{12}л	2,05±0,18	2,18±0,01	2,25±0,13
Цветной показатель, 10^{12} л	1,65±0,05	1,64±0,01	1,54±0,09
Общий белок, г/л	33,67±0,88	33,33±2,03	34,67±2,03
Альбумины, г/л	10,33±0,33	11,00±1,53	10,67±1,45
Билирубин общий, мкмоль/л	2,40±0,74	2,70±0,34	2,14±0,35
АлАт, ЕД/Л	3,33±2,33	6,33±1,86	4,00±2,00
АсАт, ЕД/л	290,67±22,98	303,67±39,18	262,33±22,64
Креатинин, мкмоль/л	12,67±2,67	26,00±8,50	52,33±19,70
Р, ммоль/л	2,18±0,14	2,51±0,07	2,41±0,21
Са, ммоль/л	2,47±0,24	2,89±0,20	3,20±0,12

Цветной показатель, отражающий относительное содержание гемоглобина в эритроците, в контрольной группе увеличился на 0,6 и 7,1 % по сравнению с опытными группами.

Содержание общего белка выше во II группе относительно контрольной и I групп на 3,0 и 4,0 %; альбуминов и билирубина – в I группе на 6,5; 3,1 % и 12,5; 26,2 % соответственно. Увеличение продуктивности цыплят свидетельствует об успешном протекании процессов усвоения аминокислот, что характеризуется меньшим содержанием в крови АсАт во II группе на 9,7 % и 13,6 % – относительно контрольной и I групп.

Ферментные препараты Ронозим и Ровабио, введённые в рацион опытных групп, благоприятно отразились на фосфорно-кальциевом обмене, что выражалось в достаточно высоких показателях фосфора в сыворотке крови на 15,1 и 10,5 % и кальция – на 17,0 и 29,5 % соответственно относительно контрольной группы.

Обсуждение полученных результатов.

В животноводческой отрасли важное место отводится птицеводству – как отрасли, дающей ценные диетические продукты питания. Её успешное развитие тесно связывается с внедрением передовых технологий содержания, кормления и разведения птицы [14, 15].

Цыплят можно выращивать как на крупных птицеводческих предприятиях, так и в условиях фермерских хозяйств и приусадебных участков. Разведение птицы является традиционным занятием сельских жителей нашей страны.

Для поддержания высокой жизнеспособности и продуктивности птицы ведущим фактором является сбалансированное кормление, благодаря которому поддерживается стабильность обмена веществ в организме, при условии постоянного контакта с окружающей средой [16, 17].

В ходе проведённого эксперимента нами было зафиксировано благоприятное влияние ферментных комплексов – Ронозим и Ровабио на все интересующие нас показатели, в частности, на рост, развитие птицы, переваримость питательных веществ и в целом физиологически здоровый организм испытуемых бройлеров. Такое успешное влияние ферментных препаратов произошло за счёт частичного замещения пшеницы на тритикале и расщепления питательных веществ корма высокомолекулярной природы до легкоусвояемых компонентов [18]. Тем не менее уровень затрат корма у бройлеров, получавших ферменты, был на 6,9 и 9,4 % меньше контроля, что говорит о лучшем использовании питательных веществ корма.

Внесённые ферментные препараты в рацион цыплят-бройлеров, в частности Ровабио позволили нивелировать антипитательные свойства корма, что отразилось на интенсивности роста птицы. Ростостимулирующий эффект препаратов наиболее красноречиво демонстрировали опытные группы, их превосходство над интактными особями – на 7,6-15,1 % ($P \leq 0,05$).

На процессы кроветворения препараты оказали положительный эффект, на фоне снижения питательности рациона позволили улучшить общее физиологическое состояние птицы, повысили содержание гемоглобина на 0,3-5,2 %, общего белка, альбуминов – 3,0-4,0 %, 3,1-6,5 %, что необходимо для нормального развития и повышения защитных свойств организма [19]. За счёт добавления фитат-фермента не только увеличился доступный фосфор, но и улучшилось усвоение кальция в метаболитах крови [20].

Успешное протекание процессов усвоения аминокислот наглядно демонстрируется на увеличении продуктивности птицы, как правило, характеризующейся меньшим содержанием в крови АсАт на 9,7-13,6 %.

Выводы.

1. Согласно данным, полученным в ходе проведения эксперимента, фактическое потребление кормов опытными I, II группами наибольшее – на 1,0 и 5,6 %. Затраты корма на 1 кг прироста на 6,9 и 9,4 % меньше.

2. При скармливании Ровабио (II группа) произошло увеличение переваримости сырого протеина на 2,4 % и сырого жира – на 3,0 %.

3. Подтверждён ростостимулирующий эффект, который оказывают ферментные препараты Ронозим, Ровабио. Превосходство опытных особей по живой массе в конце эксперимента – на 7,6-15,1 % ($P \leq 0,05$).

4. На фоне нивелирования антипитательных свойств корма и добавления ферментных препаратов произошло увеличение гемоглобина в испытуемых группах на 0,3-5,2 %, общего белка – 3,0-4,0 %, альбуминов – 3,1-6,5 %, билирубина – 12,5-26,2 %. Меньше содержится АсАт на 9,7-13,6 %. Улучшен фосфорно-кальциевый обмен в сторону I и II групп, так содержание фосфора в сыворотке крови больше на 10,5-15,1 %, кальция – 17,0-29,5 %.

Литература

1. Хмыров А.В., Яковлева Е.Г., Анисько Р.В. Испытание эрготропной эффективности ветома 1.1 и фаворина на цыплятах // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 2(14). С. 126-134.

2. Korver D.R., Zuidhof M.J., Lawes K.R. Performance characteristics and economic comparison of broiler chickens fed wheat- and triticale-based diets // Poultry Science Journal. 2004. May; 83(5):716-725.

3. Эргашев Э.Э. Использование нетрадиционных кормов в рационе кормления яичных кур в условиях Таджикистана // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2(64). С. 175-177.

4. Характеристики тритикале: тритикале озимая, яровая: сорта тритикале [Электронный ресурс]. URL: http://agrogold.ru/harakteristiki_tritikale_ tritikale (дата доступа: 18.01.2018).

5. Русакова Е.А. Влияние фитазы на обмен энергии, элементный статус и продуктивность цыплят-бройлеров при различной нутриентной обеспеченности: дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 2013. 144 с.

6. Русакова Е.А., Косян Д.Б., Копанева Н.Ю. Влияние фитазы на морфологические и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при различном уровне фосфора в рационе // Вестник Оренбургского государственного университета, 2011. № 15. С.118-122.

7. Анчиков Э.В. Фитаза в комбикормах для цыплят-бройлеров: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Сергиев Посад, 2012. 22 с.

8. Ферментный препарат Ронозим. [Электронный ресурс]. url: http://www.ppproduct.ru/index.php?id=196 (дата обращения: 19.01.2018).

9. Методические указания по оптимизации рецептов комбикормов для сельскохозяйственной птицы / В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Т.Н. Ленкова и др. М., 2009. 80 с.

10. ГОСТ Р 51000.3-1996. Общие требования к испытательным лабораториям. Технические требования: Введ. 01.04.1996. М.: Изд-во Госстандарт России, 1996. 14 с.

11. Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы: рекомендации / Ш.А. Имангулов, И.А. Егоров, Т.М. Околелова и др. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. 43 с.

12. Овсянников И. И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос, 2001. 51 с.

13. Scheffé H. A method for judging all contrasts in the analysis of variance // Biometrika. 1953.40(1/2):87-110.

14. Эффективность использования биологически активных веществ в рационах сельскохозяйственной птицы / В.Р. Каиров, Ф.Н. Цогоева, Т.А. Ревазов, А.К. Корнаева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 13. С. 161-163.

15. Пути повышения эффективности местных кормовых средств для моногастричных животных / В.Х. Темираев, В.Р. Каиров, М.С. Газзаева // Известия Горского государственного аграрного университета. 2012. Т. 49. Ч. 4. С. 99-110.

16. Оценка физиолого-продуктивного потенциала цыплят-бройлеров при частичной замене зерновой части рациона и введении ферментных препаратов в комбикорм / А.Ю. Никитин, И.В. Маркова, С.В. Лебедев, Е.А. Сизова // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 3(99). С. 171-178.

17. Влияние ферментных препаратов на физиолого-продуктивный потенциал цыплят-бройлеров на фоне замены зерновой части пшеницы на тритикале / А.Ю. Никитин, И.В. Маркова, С.В. Лебедев, А.Г. Мешеряков, М.В. Клычкова // Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 8. С. 68-70.

18. Жалнеровская А.В., Шарейко Н.А., Пахомов П.И. Сравнительная эффективность применения различных ферментных препаратов в кормлении цыплят-бройлеров // Учёные записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины». 2006. № 1-1(42). С. 122-125.

19. Гематологические показатели цыплят-бройлеров в опытах с кормами, обработанными электрофизическими методами / С.И. Николаев, А.Г. Чешева, В.В. Гамага, С.Н. Родионов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2010. № 4. С. 85-89.

20. Лаврентьев А.Ю., Иванова Е.Ю. Комбикорма с отечественными ферментными препаратами для кур-несушек // Аграрная наука. 2016. № 1. С. 20-21.

Никитин Андрей Юрьевич, главный зоотехник ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», 460517, Оренбургская область, Оренбургский район, п. Юный, ул. Прифабричная, 2, тел.: 8(3532)39-93-17, e-mail: nikitinpfo@mail.ru

Маркова Ирина Викторовна, кандидат биологических наук, 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: irinazzz88@yandex.ru

Лебедев Святослав Валерьевич, доктор биологических наук, заместитель директора ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-912-345-87-38, e-mail: lsv74@list.ru; заведующий лабораторией Института биоэлементологии ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, просп. Победы д. 13Д, к. 11, тел.: 8(3532)37-24-82

Поступила в редакцию 24 января 2018 года

UDC 591.11:577.15:636.5

Nikitin Andrey Yurievich[1], Markova Irina Viktorovna[2], Lebedev Svyatoslav Valeryevich[2,3]

[1] *ZAO «Poultry farm Orenburgskaya»*, e-mail: nikitinpfo@mail.ru

[2] *FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences»,* e-mail: irinazzz88@yandex.ru

[3] *FSBEI HE «Orenburg State University»*, e-mail: lsv74@list.ru

Morphobiochemical indicators of broiler blood after correction of diet with triticale and enzymatic preparations Ronozim and Rovabio

Summary. It is impossible to imagine economically effective intensive poultry farming without the use of enzymatic preparations that stimulate the bird's organism.

Biochemical and morphological parameters of blood of broiler crosses «Smena-4» were studied in diets having feeds with a partially substituted wheat-barley part with triticale and correction with enzymatic preparations of Roozim and Rovabio. Against the background of the obtained results, the successful course of physiological processes in the bird's body due to the enzymatic complexes used in the triticale-containing diet was registered. The group, which received Rovabio multicomplex, reduced the feed costs by 9.4 % for 1 kg of weight gain. This group according to the digestibility of crude protein and raw fat is by 2.4 and 3.0 % higher than the control group and group I, indicating the effectiveness of the test drug. The growth-stimulating effect of enzymatic preparations of Ronozym and Rovabio has been confirmed, so their superiority in live weight is by 7,6-15,1 % ($P \leq 0,05$).

There was an increase in hemoglobin in test groups by 0.3-5.2 %, total protein – 3.0-4.0 %, albumins – 3.1-6.5%, bilirubin – 12.5-26.2 %. Phosphoric-calcium metabolism in groups I (Ronozym) and II groups (Rovabio) is improved, so, the phosphorus content in serum is higher by 10.5-15.1%, calcium – 17.0-29.5 %. The greatest positive effect in relation to all studied parameters is Rovabio multi-enzymatic complex; the expediency of its use in diet with triticale grain is absolutely justified.

Key words: chickens, broilers, hematological indices, blood, enzymatic preparations, Ronozyme, Rovabio, triticale grain.

УДК 633.16:631.527(470.56)

Анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян яровых зерновых культур в сельхозпредприятиях Ташлинского района Оренбургской области

М.П. Мордвинцев, Ю.В. Антонов
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. Выполнен анализ полноты использования сортовых ресурсов и качества высеваемых семян основных яровых зерновых культур (мягкой пшеницы и ячменя) в сельхозпредприятиях Ташлинского района Оренбургской области. Проведён модельный расчёт планов сортосмены и сортообновления рассматриваемых культур и определён экономический эффект от выполнения этих мероприятий.

Проведённые анализ и расчёты позволили сделать выводы о полноте использования сортовых ресурсов яровой мягкой пшеницы и ячменя в хозяйствах Ташлинского района, о сортовых и посевных качествах их высеваемых здесь семян, о состоянии и задачах сортосмены и сортообновления в семеноводстве района и об экономическом эффекте от их проведения.

Ключевые слова: зерновые культуры, яровая пшеница, ячмень, урожайность, сорта зерновых культур, семена зерновых культур, семеноводство, сортосмена, сортообновление, Оренбургская область.

Введение.

Наилучший сорт и качественные семена являются важным условием для увеличения валовых сборов продукции растениеводства. Опыт научно-исследовательских учреждений и производственная практика передовых хозяйств показывают, что посев семенами районированных сортов с высокими сортовыми и посевными качествами повышает урожайность зерновых и других культур на 20-30 % без каких-либо дополнительных затрат [1-3].

Новый сорт – самое доступное средство повышения урожайности и улучшения качества получаемой растительной продукции. Сорт служит биологическим фундаментом, на котором строятся все остальные элементы технологии возделывания любой сельскохозяйственной культуры.

Успехи селекции новых сортов реализуются в сельскохозяйственном производстве благодаря семеноводству, главной целью которого является быстрая и полная реализация достижений селекции. Семеноводство решает две основные задачи: ускоренное размножение сортовых семян новых, вводимых в производство сортов и сохранение высоких качеств семян этих сортов. В соответствии с названными задачами в семеноводстве осуществляются процессы сортосмены и сортообновления [1, 3].

Сортосмена – процесс замены в производстве старых сортов новыми, более урожайными и лучшими по качеству продукции (по результатам государственного сортоиспытания на хозяйственную полезность). Сортообновление – процесс замены семян того же сорта, которые ухудшили свои хозяйственные и биологические качества в процессе длительного репродуцирования, на лучшие семенами высокой категории [3].

Учитывая значимость сорта и посевного материала для растениеводческой отрасли, представлял интерес анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян важнейших зерновых злаковых культур (яровой мягкой пшеницы и ячменя) в Ташлинском районе Оренбургской области.

Аналитическое исследование данных вопросов, модельный расчёт планов сортосмены и сортообновления и определение экономической эффективности проведения этих мероприятий выполнены применительно к семеноводству Ташлинского района впервые. Обоснованность положений, выводов и рекомендаций, сформулированных по результатам исследования, основывается на использовании для анализа многолетних данных (не менее трёх лет) и применении соответствующих методик анализа.

Цель исследования.

Анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян основных яровых зерновых культур в сельскохозяйственных предприятиях Ташлинского района и оценка экономической эффективности проведения в районе сортосмены и сортообновления этих культур.

Задачами исследования были анализ сортового состава высеваемых в хозяйствах Ташлинского района семян яровой мягкой пшеницы и ячменя и сортовых и посевных качеств этих семян, а также разработка планов сортосмены и сортообновления рассматриваемых культур и оценка экономической эффективности проведения в районе их сортосмены и сортообновления.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Основные яровые зерновые культуры, возделываемые в Ташлинском районе – мягкая пшеница и ячмень.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Ташлинский район Оренбургской области расположен в её юго-западной части. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет в районе 296 тыс. га, в том числе используемые под посевы сельскохозяйственных культур – около 93 тыс. га, из которых яровая мягкая пшеница занимает примерно 23 тыс. га, а ячмень – 10 тыс. га.

По условиям увлажнения Ташлинский район располагается в очень засушливой агроклиматической зоне Оренбургской области: величина ГТК – менее 0,60, сумма осадков за май-июнь – 55-70 мм, годовая сумма осадков – 310-330 мм. По теплообеспеченности это очень тёплый район: сумма температур воздуха выше +10 °С – более 2600°. Почва в районе – чернозём южный тяжело- и среднесуглинистый [4].

Схема эксперимента. Аналитическое исследование многолетних результатов государственного сортоиспытания и многолетних данных статистической отчётности службы по сортовому и семенному контролю выполнено на базе Ташлинского района Оренбургской области.

Использованы опубликованные статистические данные по сельскому хозяйству России и Оренбуржья [5, 6], результаты государственного сортоиспытания сортов яровой мягкой пшеницы и ячменя на обслуживающем Ташлинский район Илекском государственном сортоучастке [7] и иные опубликованные материалы [8]. Также использованы архивные материалы данных о сортовых и посевных качествах высеваемых семян и их сортовой и иной структуре Ташлинской испытательной лаборатории Новосергиевского межрайонного отдела ФГБУ «Оренбургский референтный центр Россельхознадзора» по Оренбургской области, за что авторы статьи выражают её работникам искреннюю благодарность.

Для обеспечения большей объективности выводов и предложений использованы результаты государственного сортоиспытания за четыре последних года – с 2013 по 2016 (данные испытания за 2012 год отсутствуют, поскольку оно на Илекском госсортоучастке в этот год не проводилось). Для наблюдения за динамикой происходящих в семеноводстве района процессов и обеспечения большей объективности выводов и предложений использованы данные о сортовых и посевных качествах семян за три последних года – с 2015 по 2017.

Все использованные в исследовании статистические данные были получены соответствующими службами с соблюдением существующих методик. Планы сортосмены и сортообновления и их экономическая эффективность рассчитаны с использованием методик, изложенных в учебной и научной литературе [1, 3, 9].

Статистическая обработка. Данные по многолетней урожайности сортов пшеницы и ячменя на сортоучастке обработаны методом дисперсионного анализа [10] с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США).

Результаты исследования.

Сортовой состав высеянных в хозяйствах Ташлинского района под урожай 2015, 2016 и 2017 гг. семян мягкой пшеницы и ячменя и его структура приведены в таблице 1. Общий высев сортовых семян яровой мягкой пшеницы в указанные годы составлял 30-36 тыс. центнеров, ячменя – 13-24 тыс. центнеров. При этом в динамике лет изучения наблюдалось снижение высева сортовых семян и пшеницы и (особенно) ячменя.

Таблица 1. **Сортовая структура высеянных семян основных яровых зерновых культур под урожай 2015, 2016 и 2017 гг.**

Культура	Сорт	Количество высеянных семян					
		тыс. ц			%		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Яровая пшеница	Всего	35,6	31,2	30,3	100,0	100	100
	Ульяновская 100	–	0,2	3,6	–	0,6	11,9
	Экада 109	–	0,2	1,0	–	0,6	3,3
	Саратовская 42	14,2	14,3	8,7	39,9	45,8	28,7
	Кинельская Нива	1,8	3,1	1,0	5,1	9,9	3,3
	Альбидум 32	3,9	3,8	8,7	11,0	12,2	28,7
	Учитель	–	0,9	6,3	–	2,9	20,8
	Альбидум 29	8,9	7,1	–	25,0	22,8	–
	Л 505	3,6	–	–	10,1	-	–
	Л 503	1,9	1,2	0,8	5,3	3,8	2,6
	Саратовская 73	0,1	0,2	–	0,3	0,6	–
	Омская 36	–	0,2	–	–	0,6	–
	ЮВ-4	1,2	–	–	3,4		–
	Тобольская	–	–	0,2			0,7
Ячмень	Всего	23,8	17,9	13,4	100	100	100
	Гелиос УА	–	1,0	1,3	–	5,6	9,7
	Донецкий 8	11,4	9,8	8,4	47,9	54,7	62,7
	Натали	0,5	1,5	1,2	2,1	8,4	9,0
	Челябинский 99	5,8	1,8	–	24,4	10,1	–
	Вакула	–	1,9	0,4	–	10,6	3,0
	Нутанс 553	4,4	–	0,4	18,5	–	3,0
	Анна	1,7	1,9	1,7	7,1	10,6	12,7

Средняя за 4 последних года (2013-2016 гг.) урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы на обслуживающем Ташлинский район Илекском госсортоучастке приведена в таблице 2.

Таблица 2. **Средняя урожайность зерна сортов яровой мягкой пшеницы на Илекском госсортоучастке**

Сорт	Средние, ц/га						
	за 4 года	за 3 года			за 2 года		
	2013-2016	2013-2015	2014-2016	2013, 2014, 2016	2013-2014	2014-2015	2015-2016
1	2	3	4	5	6	7	8
Фаворит – St	-	**12,1**	-	-	**9,8**	**11,8**	
Ульяновская 100	-	***11,8***	-	-	*9,2*	***11,9***	
Учитель	***14,6***	*11,3*	***15,9***	***14,6***	***9,6***	***11,6***	***19,6***
Саратовская 42	-	*10,9*	-	-	*9,3*	*10,9*	
Кинельская нива	-	-	-	-	*8,2*		

Продолжение 2 таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
Оренбургская 13	13,5	10,0	14,7	13,8	8,7	10,0	18,3
Симбирцит	-	9,1	-	-	8,7	8,6	
Экада 70	-	9,7	-	-	9,4	10,2	
Альбидум 32	***15,3***	***11,7***	***16,0***	***15,7***	***10,5***	*10,8*	***20,2***
Архат	11,8	8,9	11,9	12,9	9,2	7,8	14,4
Тулайковская 108	**13,7**	9,6	15,0	**14,1**	8,2	9,5	19,2
Тулайковская золотистая		-	-	12,2	7,5		
Дуэт		-	-	10,9	6,7		
Экада 113		-	-	11,1	6,8		
Оренбургская 22	-	8,6	-	-	8,4	9,4	
Тулайковская 110	-	8,9	-	-	6,4	9,8	
Альбидум 33	-	-	**15,5**	-	-	10,8	**19,4**
Оренбургская 23	-	-	14,6	-	-	9,4	17,7
Тобольская						*8,4*	
$НСР_{05}$	2,5	2,3	3,0	2,8	–	–	–

Примечание: курсивом выделены сорта, которые высевались в Ташлинском районе, полужирным шрифтом – величина урожайности у трёх наиболее урожайных сортов в каждом периоде усреднения

Средняя за 4 последних года (2013-2016 гг.) урожайность зерна сортов ячменя на Илекском госсортоучастке приведена в таблице 3.

Таблица 3. **Средняя урожайность зерна сортов ячменя на Илекском госсортоучастке**

Сорт	Средние, ц/га		
	за 4 года	за 2 года	
	2013-2016	2013 и 2015	2013 и 2016
Натали – St	13,9	10,6	15,6
Донецкий 8	-	*11,6*	-
Оренбургский 11	-	-	17,0
Анна	*13,8*	***12,3***	*16,0*
Первоцелинник	-	-	14,2
Т-12	**14,6**	**15,1**	**18,8**
Нутанс 553	***14,2***	*12,2*	***18,2***
Оренбургский совместный	14,1	**14,0**	17,4
Миар	**15,3**	12,1	**19,4**
$НСР_{05}$	2,9	–	–

Примечание: курсивом выделены сорта, которые высевались в Ташлинском районе, полужирным шрифтом – величина урожайности у трёх наиболее урожайных сортов в каждом периоде усреднения

Усреднённая за три года (2015-2017 гг.) структура высеянных в хозяйствах Ташлинского района семян яровой мягкой пшеницы и ячменя по категориям семенного стандарта и репродукциям приведена на рисунке 1.

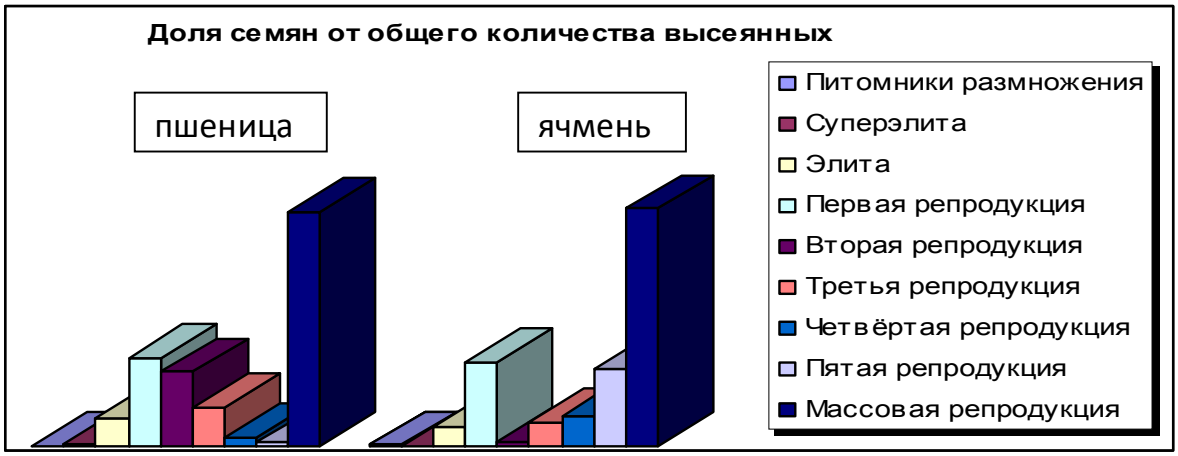


Рис. 1 – Доля высеянных семян яровой мягкой пшеницы и ячменя разных категорий семенного стандарта и репродукций в Ташлинском районе

Оценка экономической эффективности сортосмены основывается на сопоставлении урожайности и качества (в стоимостном выражении) нового сорта и заменяемого (старого). Экономический эффект от внедрения нового сорта формируется за счёт увеличения выхода продукции с единицы площади и улучшения её качества, а также изменения затрат на возделывание нового сорта по сравнению со старым. Годовой экономический эффект определяют как разницу чистого дохода с 1 га между новым и старым сортами, умноженную на площадь посева [9].

В таблице 4 представлены сводные данные по расчёту экономической эффективности предлагаемой сортосмены яровой мягкой пшеницы и ячменя в Ташлинском районе.

Таблица 4. **Экономическая эффективность сортосмены яровой мягкой пшеницы и ячменя в Ташлинском районе**

Показатели	Пшеница		Ячмень	
	старые сорта	новый сорт Фаворит	старые сорта	новый сорт Миар
Площадь, га	11300		10300	
Урожайность, ц/га	10,8	12,1	13,7	15,3
Прибавка урожайности, ц/га	–	+1,3	–	+1,6
Дополнительный валовой сбор, т	–	1469	–	1648
Цена реализации зерна, руб./т	5000		3500	
Стоимость дополнительного урожая, руб.	–	7345000	–	5768000
Затраты на производство, руб./га	4081,17	4112,67	4000,29	4039,07
Прибыль, руб./га	1318,83	1937,32	794,71	1315,93
Условно чистый доход (экономический эффект), руб./га	–	+618,49	–	+521,22
Экономический эффект со всей площади, руб.	–	6988937	–	5368566

Наукой и практикой доказано [1, 9], что урожайность зерновых культур при посеве семенами каждой последующей репродукции уменьшается, при этом разница в урожайности составляет около 6 %. С учётом этого посев вместо семян массовой репродукции более качественных семян хотя бы третьей-четвёртой репродукции (благодаря процессу сортообновления) способен обеспечить повышение урожайности зерновых культур не менее чем на 10 %.

В таблице 5 представлены сводные данные по расчёту экономической эффективности предлагаемой сортосмены яровой мягкой пшеницы и ячменя в Ташлинском районе.

Таблица 5. **Экономическая эффективность сортообновления яровой мягкой пшеницы и ячменя в Ташлинском районе**

Показатели	Пшеница		Ячмень	
	массовая репродукция	$РС_3$-$РС_4$	массовая репродукция	$РС_3$-$РС_4$
Площадь, га	10000		5000	
Урожайность, ц/га	10,8	11,9	13,7	15,1
Прибавка урожайности (10 %), ц/га	–	+1,1	–	+1,4
Дополнительный валовой сбор, т	–	1100	–	700
Цена реализации зерна, руб./т	5000		3500	
Стоимость дополнительного урожая, руб.	–	5500000	–	2450000
Себестоимость зерна, руб./ц	377,89		291,99	
Затраты на производство дополнительного урожая, руб.	–	4156790	–	2043930
Экономический эффект со всей площади, руб.	–	1343210	–	406070

Обсуждение полученных результатов.

В России ведётся активная селекционная работа по созданию новых, более урожайных, адаптированных к условиям возделывания в различных регионах, в т. ч. в Оренбуржье, и с высоким качеством продукции сортов яровой мягкой пшеницы.

Сортовые ресурсы этой культуры на 2017 год для возделывания в Оренбургской области представлены 28 сортами [7]: *по области* – Оренбургская 13, Варяг, Учитель, Юго-Восточная 2, Л-503, Тулайковская 5, Кинельская нива, Саратовская 73, Радуга, Фаворит, Симбирцит, Экада 70, Дуэт, Саратовская 74, Ульяновская 100, Тулайковская 108; *по области, кроме I зоны* – Саратовская 42, Альбидум 32; *по I, II и V зонам области* – Тулайковская золотистая, Челяба юбилейная, Экада 113, Тобольская, Архат, Кинельская юбилейная; *по I, IV и V зонам области* – Ульяновская 105; *по II и IV зонам области* – Саратовская 70; *по IV зоне области* – Оренбургская 23; *по V зоне области* – Саратовская 29.

Среди рекомендованных к возделыванию в области сортов яровой мягкой пшеницы есть и сорта оренбургской селекции, созданные в Оренбургском НИИСХ или при его участии. Это – сорта Варяг, Оренбургская 13, Оренбургская 23 и Учитель.

Также активно ведётся в России селекция ячменя, в т. ч. и для Оренбуржья. Здесь для возделывания рекомендовано на 2017 год 9 сортов: *по области* – Донецкий 8, Нутанс 553, Анна, Натали, Т-12, Оренбургский 11; *по области, кроме I зоны* – Миар; *по I, II и V зонам области* – Первоцелинник и Оренбургский совместный [7]. В этом перечне большинство сортов – оренбургской селекции: Анна, Миар, Натали, Оренбургский 11, Оренбургский совместный, Первоцелинник и Т-12.

В соответствии с ФЗ РФ «О семеноводстве», для посева должны использоваться семена только тех сортов, которые включены в Государственный реестр сортов, допущенных к возделыванию. При этом в каждом хозяйстве по основным полевым культурам (которые возделываются на больших площадях) целесообразно иметь не менее двух сортов, отвечающих условиям и потребностям производства, но различающихся между собой по агроэкологическим особенностям, длине вегетационного периода и другим биологическим и хозяйственно-важным свойствам.

Как отмечал ведущий семеновод Оренбуржья А.Г. Крючков [1], при проведении сортосмены правильный подбор сорта для возделывания в своём хозяйстве должен строиться не на заведомо приукрашенной информации рекламных листков торговцев сортами и их семенами, а на научно обоснованных принципах – на базе детального знания родословной сортов, климатических условий, в которых эти сорта создавались, постоянного отслеживания поведения сортов на ближайших сортоучастках и в научных учреждениях своей зоны, на результатах производственной проверки сортов в своём хозяйстве на небольших участках (на так называемом «поле агронома»).

Как свидетельствуют данные, приведённые в таблице 1, в 2015, 2016 и 2017 гг. в Ташлинском районе высевались 13 сортов яровой мягкой пшеницы: Учитель (2001 – год районирования в области [7]), Л 503 (2003), Кинельская Нива (2007), Саратовская 73 (2008), Альбидум 32 (2009), Саратовская 42 (2013), Ульяновская 100 (2013), Тобольская (2015), Экада 109, Омская 36, Альбидум 29, Л 505 и ЮВ-4.

Большинство высеваемых в районе сортов яровой мягкой пшеницы рекомендованы к возделыванию в Оренбургской области (районированы), но 5 сортов (а это – 38 % их общего количества) не относятся к районированным сортам. Из них сорта Экада 109 и Омская 36 всё-таки рекомендованы к возделыванию в 9-м (Уральском) регионе сортового районирования, в состав которого входит и Оренбургская область. Но вот сорта Альбидум 29, Л 505 и ЮВ-4 рекомендованы к возделыванию не в 9-м, а в 8-м (Нижневолжском) регионе.

Конечно, природно-климатические условия в Заволжье этого региона и в Ташлинском районе Оренбургской области во многом схожи, что и объясняет возделывание в хозяйствах района нерайонированных сортов яровой мягкой пшеницы Альбидум 29, Л 505 и ЮВ-4. Тем не менее, возделывание этих сортов не отвечает требованиям российского законодательства в области семеноводства.

В балансе высева семян яровой мягкой пшеницы преобладали сорта саратовской селекции: четыре сорта селекции НИИСХ юго-востока (Саратовская 42, Л 503, Л 505 и Саратовская 73 – около 46 % высеянных семян за рассматриваемые три года) и два сорта краснокутской селекции (Альбидум 29 и Альбидум 32 – около 33 % высеянных семян). Сорта местной селекции (Оренбургский НИИСХ) были представлены только одним сортом Учитель (около 8 % высеянных семян). Сортовой состав яровой мягкой пшеницы в Ташлинском районе несколько отличается от такового в целом по всей области, где сортами оренбургской селекции было занято 20 % её сортовых площадей [8].

Основную нагрузку в балансе высева семян яровой мягкой пшеницы несли сорта Саратовская 42 (29-46 % в течение рассматриваемых трёх лет), Альбидум 29 (0-25 %) и Альбидум 32 (11-29 %). Именно эти три сорта яровой мягкой пшеницы являлись сортами-лидерами в сортовых ресурсах данной культуры в Ташлинском районе. Однако присутствие в списке сортов-лидеров нерайонированного в Оренбургской области сорта Альбидум 29 совершенно недопустимо с точки зрения современного российского законодательства в области семеноводства.

В те же анализируемые годы (2015, 2016 и 2017 гг.) в Ташлинском районе высевались 7 сортов ярового ячменя (табл. 1): Донецкий 8 (1980 – год районирования в области [7]), Нутанс 553 (1998), Анна (2005), Натали (2008), Вакула, Гелиос УА, Челябинский 99.

В приведённом перечне больше половины выращиваемых в районе сортов ячменя районированы в Оренбургской области, но 3 сорта (а это – 43 % их количества) не относятся к числу районированных. Из нерайонированных сортов Челябинский 99 всё-таки рекомендован к возделыванию в 9-м (Уральском) регионе и высевался, очевидно, потому, что является сортом пивоваренного ячменя. Но вот сорта Гелиос УА и Вакула рекомендованы к возделыванию не в 9-м, а в 5-м и 7-м (Центрально-Чернозёмном и Средневолжском) регионах. Эти сорта ячменя являются многорядными, а регионы их районирования, в отличие от Оренбуржья, характеризуются большей влагообеспеченностью посевов яровых культур. Поэтому целесообразность возделывания этих сортов в условиях Ташлинского района не представляется обоснованной с агрономических позиций, да и само их возделывание не отвечает требованиям российского законодательства в области семеноводства.

В балансе высева семян ячменя преобладали сорта инорайонной селекции, особенно Донецкий 8 (около 55 % высеянных семян за рассматриваемые три года). Сорта местной селекции (Оренбургский НИИСХ) были представлены двумя сортами – Натали и Анна (около 17 % высеянных семян). Сортовой состав ячменя в Ташлинском районе (так же, как и яровой мягкой пшеницы) несколько отличается от такового в целом по всей области, где сортами оренбургской селекции было занято 43 % его сортовых площадей [8].

Основную нагрузку в балансе высева семян ячменя несли сорта Донецкий 8 (48-63 % в течение рассматриваемых трёх лет), Челябинский 99 (0-24 %) и Анна (7-13 %). Именно они являлись сортами-лидерами в сортовых ресурсах данной культуры в Ташлинском районе. Однако присутствие в списке сортов-лидеров нерайонированного в Оренбургской области сорта Челябинский 99 недопустимо с точки зрения современного российского законодательства в области семеноводства.

Важно отметить, что сорт яровой мягкой пшеницы Саратовская 42 и сорта ячменя Донецкий 8 и Анна были среди сортов-лидеров этих культур в Оренбургской области и почти десятилетие назад [1], что свидетельствует о их высоких адаптивных возможностях и большой значимости для областного зернового хозяйства.

Возделывание в Ташлинском районе 13 сортов яровой мягкой пшеницы и 7 сортов ячменя подтверждает большое богатство в районе сортовых ресурсов этих культур. Как отмечал ведущий семеновод Оренбуржья А.Г. Крючков [1], сортовое богатство несёт с собой и плюсы, и минусы для сельскохозяйственного производства. Среди плюсов – возможность подобрать наиболее приспособленные для возделывания в конкретном хозяйстве и найти более широкий рынок сбыта полученной продукции. Но минусов больше: работа со множеством сортов осложняет производственный цикл выращивания и товарной продукции, и семян, и даже переработки полученной продукции, и увеличивает затратность производства.

С учётом изложенного, сортовое разнообразие рассматриваемых двух яровых зерновых культур для достаточно скромной площади их возделывания в Ташлинском районе представляется чрезмерным и его следует считать многосортицей. Вполне обоснованная оптимизация сортового состава этих культур должна быть осуществлена путём выведения из числа возделываемых нерайонированных в районе (не допущенных по результатам государственного испытания к возделыванию) сортов.

Сравнение перечня сортов яровой мягкой пшеницы, высеваемых в Ташлинском районе, с перечнем изучаемых на обслуживающем район госсортоучастке показывает, что более половины высеваемых сортов в государственном сортоиспытании не присутствует.

Как видно из данных таблицы 2, при государственном сортоиспытании в рассматриваемом наборе сортов стабильно самым урожайным является сорт Альбидум 32. Следующим по средней урожайности выделяется сорт Учитель. Оба наиболее урожайных в государственном испытании сорта яровой мягкой пшеницы (Альбидум 32 и Учитель) высеваются в Ташлинском районе, а вот ещё три урожайных сорта (табл. 2) – Фаворит, Тулайковская 108 и Альбидум 33 не высеваются.

В то же время широко возделываемый в районе сорт Саратовская 42 не отличается высокой урожайностью в государственном сортоиспытании. Однако нет оснований рекомендовать заменить этот сорт на перечисленные выше более урожайные сорта, поскольку только он внесён в список сильных сортов пшеницы.

Сорт Фаворит, в отличие от других высокоурожайных, внесён в список ценных по качеству сортов, и в этой связи может быть рекомендована сортосмена всех нерайонированных в Оренбургской области сортов (Альбидум 29, Л 505, Омская 36, Экада 109 и ЮВ-4), а также районированных более 5 лет назад сортов Альбидум 32, Кинельская Нива, Л 503, Омская 73 и Учитель на сорт Фаворит.

Сравнение перечня сортов ячменя, высеваемых в Ташлинском районе, с перечнем изучаемых на обслуживающем район госсортоучастке показывает, что в государственном сортоиспытании присутствуют более половины высеваемых сортов.

Как видно из данных таблицы 3, при государственном сортоиспытании в рассматриваемом наборе сортов стабильно самым урожайным является сорт Т-12. Следующими по средней урожайности выделяются сорта Миар и Нутанс 553. Из наиболее урожайных в государственном сортоис-

пытании сортов ячменя в Ташлинском районе высевается только Нутанс 553 (и то на незначительной площади), а вот сорта Т-12 и Миар не высеваются. Это вызывает недоумение, поскольку оба названных сорта созданы в местном (Оренбургском) НИИСХ, где ведётся их семеноводство.

В этой связи настоятельно рекомендуется проведение в районе сортосмены нерайонированных в Оренбургской области сортов ячменя (Вакула, Гелиос УА и Челябинский 99), а также районированных более 5 лет назад инорайонных (Донецкий 8 и Нутанс 553) и местных (Анна и Натали) сортов на современные сорта местной селекции Т-12 или Миар. Также представляется привлекательным для проведения сортосмены ячменя новый сорт Оренбургский совместный [12].

Таким образом, результаты анализа структуры сортовых ресурсов основных яровых зерновых культур в Ташлинском районе свидетельствуют о необходимости проведения сортосмены нерайонированных, а также устаревших сортов яровой мягкой пшеницы и ячменя на рекомендованные к возделыванию в Оренбуржье более современные, урожайные и ценные по качеству зерна сорта местной селекции, производство оригинальных и элитных семян которых организовано на территории Оренбургской области (в Оренбургском НИИСХ и Оренбургском ГАУ).

Хорошо отселектированный сорт полевой культуры стойко сохраняет свои наследственные качества в течение многих лет репродуцирования (во множестве поколений) [1, 3]. Но в процессе производственного использования сорта у его семян со временем ухудшаются важные хозяйственно-биологические признаки и свойства по причине механического и биологического засорения, накопления отрицательных мутаций и болезней. Снижаются и урожайные свойства семян из-за низкого агрофона их выращивания. Этими обстоятельствами обусловлена необходимость периодической замены ухудшившихся репродукционных семян на семена этого же сорта, но более высокой категории (с более высокими качествами) – на оригинальные и элитные, то есть проводить сортообновление [3].

Как показывают данные, приведённые на рисунке 1, в хозяйствах Ташлинского района в последние три года высевалось очень мало семян категории ОС (семена питомников размножения и суперэлиты). В эти же годы количество и доля высеянных семян категории ЭС (элитные семена) по рассматриваемым культурам в хозяйствах района тоже остаются небольшими (в среднем около 5 %), значительно отставая от целевого показателя в 25 %, предусмотренного областной Программой по семеноводству [11]. Основу семенного фонда этих культур в хозяйствах составляют семена массовой репродукции (около 50 % всех высеянных семян).

В то же время в рассматриваемые годы в хозяйствах Ташлинского района наблюдается уменьшение количества и доли высеянных семян яровой мягкой пшеницы и ячменя категории РС с первой по третью репродукцию. Всё это свидетельствует о неудовлетворительном состоянии процесса сортообновления в семеноводстве района.

Данные о количестве и посевных качествах засыпанных семян яровых зерновых культур под урожай 2016 и 2017 гг. в хозяйствах Ташлинского района свидетельствуют, что почти все эти семена отвечают требованиям посевного стандарта, т. е. являются кондиционными. И только в 2017 году в одном из хозяйств семена оказались некондиционными – по засорённости (прежде всего, отходу), что является следствием их некачественной сортировки.

В то же время для проведения ярового сева 2017 года в целом по области было только 88 % кондиционных семян яровых зерновых и зернобобовых культур [8]. Очевидно, что Ташлинский район не имеет особых проблемы с посевными качествами высеваемых семян культур ранневесеннего срока сева.

Выполненный расчёт плана сортосмены в хозяйствах Ташлинского района всех нерайонированных в Оренбургской области сортов (Альбидум 29, Л 505, Омская 36, Экада 109 и ЮВ-4), а также районированных более 5 лет назад сортов (Альбидум 32, Кинельская Нива, Л 503, Омская 73 и Учитель) на сорт Фаворит по известным методикам [3] показал, что при приобретении семян нового сорта всего лишь на сотую часть посевной площади заменяемых сортов уже через три года процесс сортосмены в семеноводстве яровой мягкой пшеницы в районе будет завершён, и на четвёртый год новый сорт Фаворит займёт всю отведённую ему площадь.

Чтобы ещё больше ускорить сортосмену, необходимо будет либо повысить урожайность кондиционных семян на семенных посевах нового сорта, либо приобрести больше его семян для начала сортосмены. Так, при приобретении его семян на 5 % посевной площади заменяемых сортов процесс сортосмены будет завершён уже через два года.

Согласно выполненному расчёту плана сортосмены ячменя в хозяйствах Ташлинского района, и по этой культуре при приобретении семян нового сорта всего лишь на сотую часть посевной площади заменяемых старых сортов уже через 3 года процесс сортосмены в семеноводстве ячменя (как и яровой мягкой пшеницы) будет завершён, и на четвёртый год новый сорт (например, Миар) займёт всю отведённую ему площадь.

Процесс сортообновления начинается с приобретения семян элиты (или, хотя бы, первой репродукции) на семеноводческие посевы. У зерновых культур выходной репродукцией (последней репродукцией, которая допускается в семеноводстве и используется на товарные, а не на семенные цели) признаётся пятая репродукция семян. Поэтому у них посев на семенные цели должен проводиться семенами не ниже четвёртой репродукции (замыкающая репродукция) и, соответственно, сортообновление должно выполняться через 4 года.

В современных экономических условиях приобретение дорогостоящих семян элиты или первой репродукции на всю площадь семеноводческих посевов (хотя и всего один раз за период сортообновления) является мероприятием очень накладным в финансовом отношении. Поэтому при организации сортообновления семена элиты рациональнее приобретать только на небольшую часть семеноводческих посевов (на участок размножения), но ежегодно, а затем несколько лет их репродуцировать до выходной репродукции. Именно эта схема сортообновления и была принята в расчётах планов сортообновления в семеноводстве яровых зерновых культур Ташлинского района, выполненных по известным методикам [3].

Рассчитанные планы сортообновления яровой мягкой пшеницы и ячменя в хозяйствах Ташлинского района свидетельствуют о том, что эти планы не являются напряжёнными и не потребуют больших финансовых и иных затрат для своего выполнения. Для проведения сортообновления в установленный срок (один раз в 4 года) району достаточно ежегодно приобретать 2,2 т семян элиты яровой мягкой пшеницы и 1,4 т семян элиты ячменя для посева на участках размножения, а затем в течение четырёх лет репродуцировать эти семена до 4-й репродукции, которой засевать товарные площади рассматриваемых культур. Необходимое количество семян элиты для сортообновления вполне может быть выращено в рамках внутрирайонного семеноводства в элитно-семеноводческом хозяйстве ЗАО им. Калинина.

Приведённые в таблице 4 результаты расчёта экономической эффективности сортосмены свидетельствуют, что благодаря замене морально устаревших сортов на новые, более продуктивные Ташлинский район получит дополнительный валовой сбор продукции в размере 1,5 тыс. тонн зерна яровой мягкой пшеницы и 1,6 тыс. тонн зерна ячменя. При этом годовой экономический эффект составит 7,0 млн руб. от возделывания нового сорта пшеницы и 5,4 млн руб. – от возделывания нового сорта ячменя.

К этому следует добавить, что в расчётах экономической эффективности сортосмены яровой пшеницы не учтено более высокое качество зерна нового сорта (поскольку сорт Фаворит внесён в список ценных сортов пшеницы). Благодаря более высокому качеству зерна нового сорта цена его реализации окажется выше цены реализации зерна старых сортов, и это повысит экономический эффект от проведения сортосмены пшеницы.

Приведённые в таблице 5 результаты расчёта экономической эффективности сортообновления показывают, что благодаря использованию на посев вместо семян массовой репродукции семян $РС_3$-$РС_4$ Ташлинский район получит дополнительный валовой сбор не менее 1,1 тыс. тонн зерна яровой мягкой пшеницы и 0,7 тыс. тонн – зерна ячменя. Годовой экономический эффект от проведения сортообновления составит не менее 1,3 млн руб. по пшенице и не менее 0,4 млн руб. – по ячменю.

Таким образом, в последние годы в хозяйствах Ташлинского района высевались 13 сортов яровой мягкой пшеницы и 7 сортов ячменя, что свидетельствует о чрезмерном сортовом разнообразии (многосортице) этих культур. При этом 38 % сортов пшеницы и 43 % сортов ячменя не относятся к числу районированных (допущенных к возделыванию по результатам государственного испытания).

Основу семенного фонда яровой мягкой пшеницы и ячменя в хозяйствах района составляют семена массовой репродукции (около 50 % всех высеянных семян), что свидетельствует о неудовлетворительном состоянии процесса сортообновления. Практически все засыпанные в хозяйствах семена яровой мягкой пшеницы и ячменя отвечали требованиям посевного стандарта, т. е. являлись кондиционными, и район не имел особых проблемы с посевными качествами высеваемых семян этих культур.

Выполненные расчёты рекомендуемых для района планов сортосмены яровой мягкой пшеницы и ячменя показали, что при приобретении семян новых сортов этих культур всего лишь на сотую часть посевной площади заменяемых сортов уже через 3 года новые сорта займут всю отведённую им площадь. Расчёт планов сортообновления показал, что для их проведения в установленный срок району достаточно ежегодно приобретать 2,2 тонн семян элиты яровой мягкой пшеницы и 1,4 тонн семян элиты ячменя для посева на участках размножения и в течение четырёх лет репродуцировать эти семена до 4-й репродукции, которой засевать товарные площади рассматриваемых культур.

Расчёт экономической эффективности предложенной сортосмены показал, что благодаря новому сорту уровень рентабельности возделывания пшеницы составит 47 % и окупаемость затрат – 1,47 руб./руб. против 32 % и 1,32 руб./руб. соответственно до проведения сортосмены. По ячменю эти показатели составят соответственно 33 % и 1,33 руб./руб. против 20 % и 1,20 руб./руб. Благодаря замене морально устаревших сортов на новые Ташлинский район получит дополнительный валовой сбор продукции в размере 1,5 тыс. тонн зерна яровой мягкой пшеницы и 1,6 тыс. тонн зерна ячменя. При этом годовой экономический эффект составит 7,0 млн руб. от возделывания нового сорта пшеницы и 5,4 млн руб. – от возделывания нового сорта ячменя.

Выводы.

Следует осуществить оптимизацию сортового состава возделываемых в Ташлинском районе основных зерновых культур (яровой мягкой пшеницы и ячменя) путём выведения из числа возделываемых нерайонированных сортов (т. е. путём проведения сортосмены).

Учитывая высокую урожайность в государственном испытании и высокое качество продукции сорта яровой мягкой пшеницы Фаворит, провести сортосмену всех нерайонированных и устаревших (районированных более 5 лет назад) сортов на сорт Фаворит, производство оригинальных и элитных семян которого организовано на территории Оренбургской области (Оренбургский НИИСХ). По тем же основаниям провести сортосмену нерайонированных, а также устаревших сортов ячменя на современные сорта местной селекции Т-12 или Миар, производство оригинальных и элитных семян которых организовано на территории Оренбургской области (Оренбургский НИИСХ).

Учитывая высокую долю в семенном фонде яровой пшеницы и ячменя семян массовой репродукции (около 50 %), активизировать проведение в хозяйствах Ташлинского района процесса сортообновления. Необходимое количество семян элиты или первой репродукции для проведения сортообновления выращивать в рамках внутрирайонного семеноводства – в элитно-семеноводческом хозяйстве ЗАО им. Калинина.

Литература

1. Сортовые ресурсы Оренбуржья / РАСХН, под общ. ред. А.Г. Крючкова. Оренбург, 2011. 348 с.

2. Абдрашитов Р.Х. Сорт, семена и урожайность. Оренбург, 2002. 445 с.

3. Краснова Л.И., Мордвинцев М.П. Селекция растений и семеноводство (практикум): учеб. пособие. Оренбург, 2015. 180 с.

4. Агроклиматические ресурсы Оренбургской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 120 с.

5. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2015: стат. сб. М.: Росстат, 2015. 201 с.

6. Статистический ежегодник Оренбургской области за 2016 год: стат. сб. [официальное издание] [Электронный ресурс]. Оренбургстат, 2016. 516 с. url: http://istmat.info/files/uploads/54008/statisticheskiy_ezhegodnik_orenburg-skoy_oblasti_2016.pdf (дата обращения 10.09.2017).

7. Сборник районированных, рекомендованных сортов и результаты испытания на госсортучастках Оренбургской области / МСХ РФ, филиал ФГБУ «Госсорткомиссия» по Оренбургской области. Оренбург, 2017. 131 с.

8. Лебедев Н.Н. Итоги сельскохозяйственного 2016 года в растениеводстве и меры по обеспечению организации проведения весенних полевых сельскохозяйственных работ в 2017 году: публ. презентация для слушателей агроном. учёбы. Оренбург, 2017. Март.

9. Полянская Н.А., Полянский М.В. Экономическая оценка использования семян как основного ресурсного фактора, определяющего экономическую эффективность зернопроизводства [Электронный ресурс] // Вестник НГИЭИ. 2013. № 9(28). С. 70-79. url: http://vestnik.ngiei.ru/wp-content/uploads/2014/12 (дата обращения 01.11.2017).

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

11. Программа «Семеноводство зерновых, зернобобовых и кормовых культур в Оренбургской области на 2014-2020 годы». Оренбург, 2014. 24 с.

12. Мордвинцев М.П., Солдаткина Е.А. Адаптивность, экологическая пластичность и стабильность нового сорта ячменя Оренбургский совместный по урожаю зерна // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 3(95). С. 128-137.

Мордвинцев Михаил Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, научный сотрудник Службы научных консультантов Управления НИиПК Оренбургского государственного аграрного университета, старший научный сотрудник, 460001, г. Оренбург, переулок Мало-Торговый, д. 2, тел.: 8-906-841-63-80, e-mail: mormp56@mail.ru

Антонов Юрий Винальевич, магистрант ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460014, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, д. 18, тел.: 8-905-843-41-46

Поступила в редакцию 28 февраля 2018 года

UDC 633.16:631.527

Mordvintsev Mikhail Pavlovich, Antonov Yuri Vinalyevich

FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: mormp56@mail.ru

Analysis of variety and quality of sown seeds of spring grain crops in the agricultural enterprises of Tashlinsky district Orenburg region

Summary. The analysis of complete using of varieties and quality of the sown seeds of main spring crops (soft wheat and barley) in the agricultural enterprises of Tashlinsky district, Orenburg region, is analyzed. A model calculation of plans for variety changing and renovation of the analyzed crops has been carried out and the economic effect of these activities has been determined.

The analysis and calculations carried out made it possible to draw conclusions about the full use of varietal resources of spring soft wheat and barley in the economies of Tashlinsky region, the varietal and sowing qualities of seeds sown here, status and tasks of variety changing and renovation in seed farming and the economic effect from it.

Key words: crops, spring wheat, barley, yield, varieties of grain crops, seeds of grain crops, seed farming, variety changing, varietal renovation, Orenburg region.

УДК 631.582:633.1:631.559:631.8(470.56)

Экономическая и энергетическая оценка севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур в степной зоне Южного Урала

Н.А. Максютов, Н.А. Зенкова, А.А. Зоров, С.Н. Яковлев
ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Аннотация. В статье приводятся результаты длительных стационарных исследований за 24 года (1990-2013 гг.) по изучению зернопаровых, зернопаропропашных, почвозащитных, сидеральных, беспаровых севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур.

Они были направлены на выявление севооборотов и бессменных посевов с высокой продуктивностью и рентабельностью на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья.

В статье рассматривается двенадцать шестипольных севооборотов в последействии трёх видов пара (чёрного, почвозащитного и сидерального), а также три двупольных севооборота и четыре варианта бессменного возделывания сельскохозяйственных культур. По всем данным вариантам определена продуктивность, выраженная в кормовых единицах. Рассмотрен вопрос получения прибыли и в целом рентабельности севооборотов и бессменных посевов.

На основании экономической и энергетической оценки были установлены наиболее рентабельные и экономические эффективные севообороты. В связи с дороговизной сельскохозяйственной техники, запчастей, ГСМ, удобрений, средств защиты растений отмечается очень низкая рентабельность производства и даже убыточность во всех севооборотах. В первую очередь это касается применения удобрений. Такое положение подтверждается как при экономической, так и энергетической оценке.

В связи с большими затратами на обработку паровых полей, зернопаровые севообороты по экономическим показателям не имеют преимущества перед двупольными севооборотами.

В результате исследований получены как положительные, так и отрицательные результаты экономической оценки шестипольных и двупольных севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур на двух фонах питания.

Ключевые слова: сельскохозяйственная культура, севооборот, посев, прибыль, рентабельность, экономическая оценка, энергетическая оценка, минеральное органическое удобрение, урожайность.

Введение.

В сложившихся условиях получение экологически чистой и высококачественной продукции сельского хозяйства, сохранение и повышение плодородия почвы не может быть без высокой культуры земледелия, которая во многом зависит от научно обоснованного применения севооборотов в различных почвенно-климатических зонах и специализации хозяйств.

В условиях рыночной экономики целью любого сельскохозяйственного производителя должно быть получение прибыли в результате своей деятельности. Современные технологии в земледелии преследуют не только рост продуктивности культур, но и повышение в целом эффективности производства. При неограниченном количестве средств они предполагают опережение стоимости проводимой продукции на увеличение затрат.

Только после проведения экономического анализа можно определить целесообразность внедрения в хозяйства севооборотов или бессменных посевов, способствующих не только увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур, но и повышению плодородия почвы.

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий не имеют возможности реализовывать интенсивные технологии, поэтому основным направлением роста эффективности производства является ресурсоэнергосбережение.

Энергетическая оценка помогает характеризовать растения, почву и агротехнические мероприятия в одних единицах. С быстрым развитием цивилизации человечество увеличивает затраты энергии на производство продуктов питания. Увеличение энергоёмкости в производстве сельскохозяйственной продукции означает повышение воздействия на почву, что негативно сказывается на её свойствах. Созданное энергетическое давление вынуждает разрабатывать мероприятия по его уменьшению, к ним же относятся и культуры, находящиеся в севообороте, которые способны обогащать почву органическими веществами [1, 2].

На сегодняшний день в сельском хозяйстве складывается негативная обстановка, когда плодами от полученной продукции пользуются перекупщики. В такой ситуации развитие сельскохозяйственного сектора невозможно без помощи и правовой защиты со стороны государства. Это в первую очередь относится к диспаритету цен на сельскохозяйственную и промышленную продукцию. Всё это в совокупности приводит к низкой рентабельности производства зерна, а в большинстве случаях – к убыточности.

Цель исследования.

Установить эффективность севооборотов с чёрными, почвозащитными и сидеральными парами, беспаровых севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур и дать им экономическую и энергетическую оценки.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Зернопаровые, зернопаропропашные, почвозащитные, сидеральные, беспаровые севообороты, бессменные посевы сельскохозяйственных культур.

Схема эксперимента. Исследования проводились на базе длительного стационарного опыта, расположенного на территории опытного поля № 1 с. Нежинка Оренбурского района Оренбургской области с 1990 г. по 2013 г. Изучались различные виды 6-польных, 2-польных севооборотов и бессменные посевы сельскохозяйственных культур на двух фонах питания. Под пары ежегодно вносились минеральные удобрения: фосфор (P_2O_5) в дозе 80 кг д. в., калий (K_2O) – 40 кг д. в. на 1 га. Совместно с ними применялись органические удобрения в виде навоза 42 т на 1 га. В беспаровых севооборотах под основную обработку вносились азотные минеральные удобрения в дозе 40 кг д. в. и фосфорные – 40 кг д. в. на 1 га.

Опыт по севооборотам заложен в 1988 году методом простых повторений в 4-кратной повторности и с развёртыванием вариантов на всех полях севооборотов. Одновременно был заложен опыт по беспаровым севооборотам и бессменному возделыванию сельскохозяйственных культур в 4-кратной повторности в пространстве и однократной – во времени.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый.

За 24 года наших исследований за вегетационный период слабая засушливость (ГТК=1,0-1,3) наблюдалась 7 лет, умеренная засушливость (ГТК=0,7-1,0) – 4 года, очень сильная засушливость (ГТК=0,4-0,7) – 9 лет и условия пустыни (ГТК <0,4) – 4 года.

Оборудования и технические средства. Посев и обработку опытных полей проводили: зубовая борона БЗСС-1,0 (Россия), культиваторы КПС-4,0, КРН-4,2 (Россия), кольчатые катки ЗККШ-6 (Россия), дисковая сеялка СЗП-3,6 (Россия), отвальный плуг ПЛН-5-35 (Россия), гусеничный трактор ДТ-75 (Россия), колёсный трактор ТЗ-80 (Россия), малогабаритный зерновой комбайн типа «Сампо-500» (Финляндия).

Результаты исследования.

На основании полученных данных по севооборотам и бессменным посевам, нами проведена их экономическая и энергетическая оценка по двум основным показателям: прибыли и рентабельности производства продукции. Сравнительную оценку проводили на удобренном и неудобренном фонах питания (табл. 1).

Таблица 1. **Продуктивность, экономическая и энергетическая оценка севооборотов (среднее за 1990-2013 гг.)**

Севообороты		Фон питания	Продуктивность, корм. ед.	Прибыль, руб.на 1 га	Рентабельность, %	$Э_{эф}$
Пар чёрный – твёрдая пшеница – мягкая пшеница	кукуруза – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	17,77	-1101,20	-7,20	1,98
		неудоб.	16,25	3682,40	49,60	3,00
	просо – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	14,52	1566,30	-7,00	1,49
		неудоб.	13,26	3384,30	33,10	2,56
	сорго – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	17,06	-1301,20	-8,60	2,00
		неудоб.	15,93	3206,50	42,80	3,40
	горох – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	14,23	-1801,60	-7,60	1,40
		неудоб.	13,19	3000,50	26,90	2,30
Пар почвозащитный – твёрдая пшеница – мягкая пшеница	кукуруза – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	22,23	-893,40	-5,30	1,95
		неудоб.	20,88	5632,10	72,70	2,75
	просо – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	19,05	-1205,60	-4,80	1,54
		неудоб.	17,30	4906,80	47,30	2,49
	сорго – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	21,87	-1125,40	-6,50	2,01
		неудоб.	20,43	5151,30	66,70	2,80
	горох – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	19,53	-1496,80	-5,70	1,15
		неудоб.	17,72	4986,20	43,50	2,04
Пар сидеральный – твёрдая пшеница – мягкая пшеница	кукуруза – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	17,82	-3156,10	-20,70	2,15
		неудоб.	16,16	3095,30	42,10	3,98
	просо – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	14,43	-3693,00	-16,30	2,10
		неудоб.	12,98	2805,10	27,60	3,17
	сорго – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	16,38	-3576,20	-23,20	2,50
		неудоб.	15,23	2604,20	34,90	3,97
	горох – мягкая пшеница – ячмень	удоб.	13,77	-4000,20	-16,60	1,96
		неудоб.	12,29	2461,30	22,00	3,06

Примечание: удоб. – удобренный фон питания, неудоб. – неудобренный, $Э_{эф}$ – коэффициент энергетической эффективности

В нашем исследовании применение удобрений в севооборотах нерентабельно. В 6-польных севооборотах с чёрными, почвозащитными и сидеральными парами отсутствует экономический эффект от удобрений. Максимальный убыток от применения удобрений в сидеральном севообороте с горохом составил 4000,2 руб. на 1 га, а минимальный на этом фоне – 893,4 руб. на 1 га.

Наибольшая прибыль получена в почвозащитном севообороте с кукурузой на силос на удобренном фоне, которая составила 5151,3 руб. на 1 га. Этот вариант севооборота с кукурузой на силос является самым рентабельным (72,7 % в среднем за 24 года исследований). Рентабельность севооборота с почвозащитным паром повышается за счёт суданской травы, которая выращивается в качестве парозанимающей культуры.

Севооборот с почвозащитным паром и сорго на силос имеет несколько меньшую рентабельность 66,7 % в сравнении с кукурузой на силос.

Самыми продуктивными в среднем за 24 года исследований были севообороты с кукурузой и сорго на силос в последействии почвозащитного пара.

В двупольных севооборотах получен экономический эффект от применения удобрений (табл. 2), исключение составляет севооборот чередования твёрдой пшеницы с горохом. Здесь убыток составил 705,7 руб. на 1 га. Отсутствие прибавок урожайности гороха от применения удобрений объясняется биологическими его особенностями, а причиной его убыточности является большая норма высева.

Таблица 2. **Продуктивность беспаровых севооборотов и бессменных посевов и их экономическая и энергетическая оценка (среднее за 1990-2013 гг.)**

Двупольные севообороты и бессменные культуры	Фон питания	Продуктивность, корм. ед.	Прибыль, руб. на 1 га,	Рентабельность, %	$Э_{эф}$
Яровая твёрдая пшеница – мягкая пшеница	удоб.	14,28	563,10	2,30	1,54
	неудоб.	11,81	6282,10	62,20	2,49
Яровая твёрдая пшеница – кукуруза на силос	удоб.	21,58	5156,20	4,70	1,57
	неудоб.	21,45	9896,30	20,70	2,19
Яровая твёрдая пшеница – горох	удоб.	10,56	-705,70	-2,80	1,64
	неудоб.	10,52	5936,80	56,00	2,73
Яровая твёрдая пшеница (бессменный посев)	удоб.	11,06	-386,20	-6,30	1,25
	неудоб.	9,58	2684,10	106,50	1,89
Яровая мягкая пшеница (бессменный посев)	удоб.	13,03	-256,30	-4,20	1,62
	неудоб.	13,08	2901,20	114,60	2,01
Ячмень (бессменный посев)	удоб.	16,16	1694,50	28,00	2,92
	неудоб.	15,49	5095,80	209,70	3,95
Кукуруза на силос (бессменный посев)	удоб.	30,55	3786,20	3,30	3,79
	неудоб.	30,82	6193,40	21,90	3,99

Примечание: удоб. – удобренный фон питания, неудоб. – неудобренный, $Э_{эф}$ – коэффициент энергетической эффективности

Севообороты при чередовании яровой твёрдой пшеницы с яровой мягкой пшеницей и кукурузой на силос без внесения удобрений находятся на втором месте после кукурузы и сорго на силос.

Бессменный посев ячменя в среднем за 24 года исследований оказался самым рентабельным. На удобренном фоне рентабельность составила 28 %, а без применения удобрений – 209,7 %.

При энергетической оценке наибольший коэффициент отмечается при бессменном посеве кукурузы на силос, просе на двух фонах питания, которые накапливают большое количество энергии в продукции.

В двупольных севооборотах по энергетической эффективности первое место отводится чередованию твёрдой пшеницы с горохом.

Обсуждение полученных результатов.

В исследованиях Жданова В.М. и других установлено, что горох в последействии почвозащитного пара обеспечивает прибавку урожайности 1,1 ц с 1 га без применения минеральных удобрений и является лучшим предшественником яровой мягкой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья [3].

Учёные Оренбургского НИИСХ отмечают, что в засушливых условиях Оренбуржья чёрные пары играют важную роль в накоплении и сохранении влаги в почве. Но при отведении их под яровые зерновые культуры за весенне-летний период парования они теряют не только все осадки, но и 15-20 % почвенной влаги от весенних её запасов в метровом слое почвы, поэтому их следует использовать под посев озимых культур [4-7].

За 24 года исследований Максютова Н.А. и других существенная прибавка зерна яровой твёрдой пшеницы по чёрному пару от удобрений отмечена только 6 лет, по почвозащитному – 8 лет [8, 9].

По мнению Скороходова В.Ю., важное значение при внесении удобрений имеет их последействие, которое распространяется на ряд последующих культур в севообороте, нередко превышая по суммарной прибавке урожая прямое действие [10, 11].

Заключение Скороходова В.Ю. и Кафтана Ю.В. о применении удобрений в двупольных севооборотах, которые снижают рентабельность и делают их убыточными, полностью подтверждается данными нашей статьи [12].

В опытах учёных Оренбургского НИИСХ эффект от применения удобрений при чередовании яровой твёрдой пшеницы с горохом и кукурузы на силос с твёрдой пшеницей отсутствует [13].

По мнению Скороходова В.Ю. и др. учёных, применение удобрения в системе севооборота снижает его экономическую эффективность в 2-5 раз. Особенно большая разница по условному чистому доходу на 1 га между удобренным и неудобренным фоном в севообороте с просом, а при бессменном посеве ячменя на удобренном фоне – прибыль незначительная, что ставит его на грань убыточности [14].

Большие затраты на внесение навоза в паровые поля и применение минеральных удобрений приводят к убыточности и нерентабельности, особенно в севооборотах с чёрным и сидеральным парами под яровую твёрдую пшеницу.

В результате больших производственных затрат по уходу за паровыми полями 6-польные севообороты по экономическим показателям уступают 2-польным беспаровым.

Снижение норм высева способствует ресурсосбережению и экономии техногенной энергии до 2-4 ГДж/га и повышению энергетической эффективности производства [15].

Выводы.

1. Самые высокие экономические показатели из 6-польных севооборотов отмечаются на неудобренном фоне с почвозащитным паром и кукурузой на силос, бессменный посев ячменя является наиболее рентабельным.

2. В результате больших производственных затрат по уходу за паровыми полями 6-польные севообороты по экономическим показателям уступают 2-польному беспаровому при чередовании яровой твёрдой пшеницы с кукурузой на силос.

3. Из всех культур, возделываемых в севооборотах и бессменных посевах, наибольшую энергию в продукции накапливает бессменное возделывание кукурузы и сорго на силос и проса, по энергетической эффективности они занимают первое место.

4. Среди 6-польных севооборотов в результате полученной дополнительной продукции почвозащитные севообороты имеют самую высокую энергетическую эффективность, а при введении в них кукурузы и сорго на силос по этому показателю занимают ведущее место.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Воскобулова Н.И., Будилов А.П. Продуктивность и биоэнергетическая эффективность возделывания однолетних кормовых культур в одновидовых и смешанных посевах // Инновационные направления в развитии сельскохозяйственного производства: материалы междунар. науч.-практ. конф. / под ред. чл.-корр. РАСХН В.И. Левахина. Оренбург, 2012. С. 122-124.

2. Будилов А.П., Соловьёва В.Н., Ураскулов Р.Ш. Структура урожайность и экономическая эффективность зерна гороха в зависимости от нормы высева в условиях степной зоны Оренбуржья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 1(63). С. 16-19.

3. Урожайность яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье / В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1(51). С. 24-26.

4. Влагосберегающие приёмы и технологии в земледелии Оренбуржья / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 67-72.

5. Зоров А.А., Скороходов В.Ю. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность яровой мягкой пшеницы в севооборотах с короткой ротацией и при бессменном ее возделывании на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Современные технологии в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию ГНУ Оренбургский НИИСХ. Оренбург, 2007. С. 299-303.

6. Влияние различных видов пара на накопление продуктивной влаги в севооборотах на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала / Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 1(75). С. 114-117.

7. Аношкин П.А., Васильев И.В., Скороходов В.Ю. Эффективность применения ресурсосберегающих технологий возделывания яровой мягкой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3(59). С. 15-16.

8. Влияние погодных условий, предшественников и фона питания на урожайность яровой твёрдой пшеницы в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 4(92). С. 140-148.

9. Урожайность кукурузы и сорго на силос в зависимости от предшественника на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 1(79). С. 123-125.

10. Скороходов В.Ю. Влияние предшественников и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте с короткой ротацией и при бессменном возделывании на черноземах южных Оренбургского Предуралья // Региональная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов: сб. материалов. Оренбург, 2004. С. 99-100.

11. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: автореф. дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 26 с.

12. Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В. Продуктивность беспаровых двупольных севооборотов и их экономическая эффективность на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 2(64). С. 8-11.

13. Продуктивность двупольных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2(76). С. 117-121.

14. Продуктивность севооборотов в степной зоне Южного Урала и их экономическая оценка / В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, Ю.В. Кафтан, В.Н. Жижин // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию ГНУ Оренбургский НИИСХ. Оренбург, 2012. С. 90-94.

15. Елисеев С.Л. Энергетическая и экономическая эффективность приёмов выращивания вики посевной на семена // Пермский аграрный вестник. 2015. № 3(11). С. 3-8.

Максютов Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, исполняющий обязанности по управлению отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-9228-575-92-09, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Зенкова Наталья Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-987-787-09-65, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Зоров Александр Алексеевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 90-34-31, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Яковлев Сергей Николаевич, агроном ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел. 8-919-860-57-91, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Поступила в редакцию 27 февраля 2018 года

UDC 631.582:633.1:631.559:631.8(470.56)

Maksyutov Nikolay Alekseyevich, Zenkova Natalya Anatolievna, Zorov Alexander Alekseevich, Yakovlev Sergey Nikolaevich

FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Economic and energy assessment of rotations and monocrops in the steppe zone of the Southern Urals

Summary. The article presents the results of long-term field studies for 24 years (1990-2013) of crop-fallow, row crop fallow, soil protecting, green manure, permanent rotations and agricultural monocrops. They were aimed at identifying crop rotations and permanent crops with high productivity and profitability in the chernozems of the southern Orenburg Cis-Ural region.

In the article, twelve six-field crop rotations, three two-field crop rotation and four variants of permanent cultivation of crops are considered in the after-effect of three types of fallow (black, soil-protective and green manure). According to all these variants, the productivity, expressed in feed units, is determined. The issue of profit making and, in general, the profitability of crop rotations and permanent crops was considered.

Based on economic and energy assessment, the most profitable and economically effective crop rotations were established. In connection with high cost of farm machinery, spare parts, fuels and lubricants, fertilizers, plant protection products, a very low profitability of production and even loss in all crop rotations were registered. First of all, this applies to the application of fertilizers. This situation is confirmed both in the economic and energy assessment.

In connection with the high costs for cultivation of fallow fields, crop fallow rotations do not have advantage over two-field crop rotations according to economic indicators.

As a result of research, both positive and negative results of economic evaluation of six-field and two-field crop rotations and permanent crops using two nutrient statuses were obtained.

Key words: agricultural crop, crop rotation, crop, profit, profitability, economic evaluation, energy evaluation, mineral organic fertilizer, yield.

УДК 633.1166:631.82(470.56)

Влияние дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений на урожайность и качество зерна нута в биологизированном земледелии Оренбургского Предуралья

А.П. Долматов, Д.А. Куприянов
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»

Аннотация. В современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур ведущее место принадлежит использованию удобрений, на долю которых приходится в среднем 40 % прироста урожая. Однако высокие цены на минеральные удобрения ставят перед производителем сельскохозяйственной продукции жёсткие условия их внесения, что вынуждает искать новые технологии. Одним из элементов таких технологий является дробное и дифференцированное использование минеральных удобрений.

Основные исследования проводили в Центральной зоне Оренбургской области на южном маломощном чернозёме. Результат исследований представлены за период с 2016 по 2017 гг. В опытах изучалось эффективность дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений. В данном эксперименте изучалось влияние удобрений на урожайность зерна нута. В земледелии главной задачей помимо увеличения производства продовольственного и фуражного зерна, остаётся повышение его качества и, в частности, увеличение сборов растительного белка, проблема производства которого с каждым годом становится всё острее. Поэтому в данной статье особое внимание уделено вопросу накопления в зерне нута белка и его аминокислотному составу в зависимости от различных способов внесения минеральных удобрений.

Ключевые слова: бобовые культуры, нут, минеральные удобрения, дробное внесение, дифференцированное внесение, протеин, аминокислотный состав, биологическая ценность белка.

Введение.

В растениеводстве всё больше применяют ресурсосберегающие технологии. Для получения больших сборов урожая нута и улучшения его качества наиболее эффективно внесение минеральных удобрений [1].

Дробное внесение удобрений должно предусматривать сочетание основного (допосевного) удобрения, припосевного и корневых, некорневых подкормок сельскохозяйственных культур. Надо сказать, что оно относительно хорошо изучено на озимой и яровой пшенице, овсе в условиях Оренбургской области [2]. Однако подобного рода информация по зернобобовым культурам отсутствует.

Дифференцированное внесение удобрений является новой технологией в сельскохозяйственном производстве. В результате такого подхода точно рассчитанная норма удобрения вносится только на тех участках поля, где это необходимо. Преимуществами этой технологии являются как повышение экономической эффективности использования дорогостоящих минеральных удобрений, так и снижение риска загрязнения окружающей среды избыточным количеством средств химизации сельскохозяйственного производства [3-5].

Для осуществления дифференцированного внесения удобрений как элемента точного земледелия, безусловно, важен практический опыт внедрения технологии в реальных условиях растениеводческого хозяйства. К сожалению, на сегодняшний день такого опыта у отечественных производителей растениеводческой продукции и профильных научных организаций практически нет [6]. Ведь в настоящее время, на практике, агроном сельхозпредприятия рассчитывает дозу удобрения усреднённо, то есть одну на всё поле. А на самом деле потребность в удобрении на разных участках поля может отличаться в разы. В результате внесения удобрений создается переизбыток удобрений на одних участках поля и нехватка на других, что соответственно влияет на количество и качество урожая, а также на плодородие и экологическую обстановку на этих участках.

В сельскохозяйственном производстве страны главной задачей остаётся недостаточное количество сборов растительного белка. Несмотря на резкое снижение поголовья скота в последние годы, проблема его обеспечения высококачественными, сбалансированными по питательным веществам кормами сохраняется. Недостаток переваримого протеина в кормовом рационе ведёт к значительному перерасходу кормов и удорожанию животноводческой продукции [7].

В условиях засушливой степи Оренбургского Предуралья одним из путей решения этой проблемы является расширение посевов высокобелковых зернобобовых культур. Из зернофуражных культур основные поставщики белка в степных районах – горох и нут. По данным ФГБНУ ВНИИМС, в степной засушливой зоне чернозёмов наиболее урожайным по сравнению с горохом является нут. Белок нута близок к белку животного происхождения, содержит почти тот же состав аминокислот в оптимальном соотношении [8].

Благодаря способности к азотофиксации особую ценность нут приобретает в биологическом земледелии. Его солома не используется на кормовые цели и служит важным источником воспроизводства почвенного плодородия.

Цель исследований.

Выявить эффективность различных способов применения минеральных удобрений на показатели урожайности и качества зерна нута.

Материалы и методы исследования.

Объект исследований. Нут – сорт Краснокутский 123 (Краснокутская селекционно-опытная станция).

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Опытный участок расположен в основании очень пологого склона Урало-Сакмарского водораздела. Уклон не превышает 0,5-1,1° и направлен на юго-восток к террасе реки Урал.

Почвообразующей породой опытного участка является делювий пермских отложений. Характерной особенностью их является высокая карбонатность, новообразования карбонатов представлены мицелием и белоглазкой. Содержание карбонатов колеблется от 15,3 до 23,2 %. Высокая карбонатность пород обусловливает слабо-щелочную реакцию почвы (pH – 7,6-8,0). Содержание аниона HCO_3^- составляет 0,280-0,340 мг/экв на 100 г почвы. Сумма водорастворимых солей не превышает 0,11 %, что свидетельствует об отсутствии засоления.

Содержание гумуса в слое почвы 0-25 см опытного участка колеблется от 3,1 до 4,5 %. Почвы обеспечены в средней степени фосфором (19-28 мг/кг почвы); в средней (217-290 мг/кг почвы) и повышенной степени (311-400 мг/кг почвы) – подвижного калия, но в очень низкой и низкой степени – нитратным азотом (2,3-7,0 мг/кг почвы).

Почва опытного участка – чернозём южный среднемощный карбонатный тяжелосуглинистый.

Количество осадков зоны исследований за год составляет 370-380 мм, в том числе за вегетацию – 150-190 мм при ГТК – 0,54-0,60. В условиях Оренбургского Предуралья поступление ФАР за вегетационный период при среднесуточных температурах выше + 5 °С и + 10 °С составляет соответственно 4,0 и 3,5 млрд ккал/га.

Схема эксперимента. Полевой опыт проводился в 2016-2017 гг. на опытном стационаре кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии, опытное поле учхоза ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет». В качестве контрольного варианта принят вариант с полным отсутствием минеральных удобрений:

1. Без удобрений (контроль).
2. N_{20} (осенью).
3. $N_{55}P_{15}K_{15}$ (осенью).
4. $N_{35}P_{15}K_{15}$ (осенью)+N_{20} (некорневая подкормка).
5. N_{20} (осенью)+$N_{15}P_{15}K_{15}$ (посев)+N_{20} (некорневая подкормка).

6. Дифференцированное осеннее внесение N* P* K *.
7. Дифференцированное припосевное внесение N* P* K *:
N_{25} (осенью)+N* P* K * (посев)

В биологизированном земледелии перед заделкой в почву соломы предшествующей культуры вносят азотные удобрения из расчёта 10-12 кг/га в д. в. на тонну соломы. Учитывая, что предшественником нута в севообороте является озимая пшеница, доза осеннего внесения азота во втором варианте составила 20 кг/ га по д. в. В третьем варианте осенью вносят полную норму минеральных удобрений, рассчитанную на планируемую урожайность зерна нута – 15 ц/га, с учётом выноса основных элементов питания основной продукцией изучаемой в опыте культуры. В четвёртом варианте азотные удобрения вносят дробно: основное внесение – 35 кг/га вносили под основную обработку, оставшиеся 20 кг/га использовали весной в качестве некорневой подкормки. В пятом варианте удобрения вносили трижды по срокам: осенью, весной при посеве и в качестве некорневой подкормки. В шестом и седьмом вариантах использовался дифференцированный способ внесения основных элементов питания. На одной половине делянки осенью сразу дифференцированно вносили рассчитанную норму минеральных удобрений, на второй – дозу азота и норму фосфора с калием вносили при посеве культуры.

Площадь делянки составляла 180 м^2 (ширина – 4 м, длина – 45 м). В шестом и седьмом вариантах – 90 м^2 (ширина – 4 м, длина – 22,5 м). Перед закладкой опыта на общем участке, отведённом под эксперимент, отбирали почвенные пробы методом «конверта». В агрохимической лаборатории определяли содержание в пробах основных элементов питания, кислотность почв и содержание гумуса. Помимо этого на разных половинах делянок шестого и седьмого вариантов устанавливали такие же показатели.

Норма высева нута составила 0,9 млн всхожих семян на 1 га.

Уборку нута осуществляли при пожелтении 90-100 % бобов прямым комбайнированием.

Оборудование и технические средства. После уборки озимой пшеницы её солому и разбросанные минеральные удобрения заделывали бороной БДН-3 (Украина) с последующей плоскорезной обработкой КПГ-250 (Россия) на глубину 23-25 см. Весной для закрытия влаги использовались зубовые бороны БЗСС-1,0 (Россия). Посев осуществлялся сеялкой DMC-6 (Германия).

Статистическая обработка. Данные полевого опыта обрабатывались дисперсионным методом [9] на ПЭВМ. Биологическую ценность белка (БЦ, %) вычисляли по формуле:

$$БЦ=100-КРАС,$$

где БЦ – биологическая ценность,

КРАС – коэффициент различия аминокислотного скора.

При определении биологической ценности белка мы опирались на метод, основанный на сравнении аминокислотного состава исследуемого белка со стандартом, в качестве которого используется аминокислотный состав белка куриного яйца [10], при этом в расчёте учитывались только незаменимые аминокислоты.

Результаты исследований.

Результаты исследований показали, что внесение удобрений способствовало повышению урожайности зерна нута. Полная норма минеральных удобрений, внесённых сразу под основную обработку (табл. 1), обеспечила прибавку урожайности чуть более 2 ц/га или 33,8 %.

Дробное внесение минеральных удобрений в три срока, включая некорневую подкормку, способствовало получению дополнительно 3,3 ц/га урожая. Точно такую же прибавку обеспечило дифференцированное осеннее внесение удобрений. Максимальная урожайность основной продукции исследуемой в опыте культуры – 10,5 ц/га получена нами в варианте с дифференцированным припосевным внесением.

Таблица 1. **Урожайность нута в зависимости от дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений (среднее за 2 года)**

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожайности	
		ц/га	%
1. Контроль	6,5	-	-
2. N_{20} (осенью)	7,1	0,6	9,2
3. $N_{55}P_{15}K_{15}$ (осенью)	8,7	2,2	33,8
4. $N_{35}P_{15}K_{15}$(осенью)+N_{20} (некорневая подкормка)	8,4	1,9	29,2
5. N_{20} (осенью)+$N_{15}P_{15}K_{15}$ (посев)+N_{20} (некорневая подкормка)	9,8	3,3	50,8
6. Дифференцированное осеннее внесение $N_*P_*K_*$	9,8	3,3	50,8
7. Дифференцированное припосевное внесение: N_{25} (осенью)+$N_*P_*K_*$ (посев)	10,5	4,0	61,5

В сельскохозяйственном производстве страны главной задачей помимо увеличения производства продовольственного и фуражного зерна остаётся повышение его качества и, в частности, увеличение сборов растительного белка, проблема производства которого с каждым годом становится всё острее. Несмотря на резкое снижение поголовья скота в последние годы, проблема его обеспечения высококачественными, сбалансированными по питательным веществам кормами сохраняется. Недостаток переваримого протеина в кормовом рационе ведёт к значительному перерасходу кормов и удорожанию животноводческой продукции. Наиболее эффективным способом улучшения качества зерна является применение удобрений. В связи с этим особый интерес вызывает накопление в зерне нута белка в зависимости от различных способов внесения минеральных удобрений.

Применяемые в опыте минеральные удобрения способствовали повышению содержания белка в зерне нута, что связано, прежде всего, с применением азотных удобрений. Азот – основной элемент питания, необходимый для формирования зерна с высоким содержанием белка. Он является составной частью всех белков и не может быть заменён никаким другим элементом. Азот поступает в растение с начала вегетации до молочной спелости. Даже осеннее внесение азота в дозе 20 кг/га, предназначенное для ускорения разложения соломы озимой пшеницы, способствует увеличению содержания белка в зерне нута на 1,3 % по сравнению с контролем (табл. 2). Дальнейшее увеличение дозы азота приводило к незначительному приросту белка на 0,4-0,8 %. Лишь использование некорневых подкормок способствовало преодолению содержания белка более 24 %. Причём максимальная массовая доля белка – 24,7 % отмечена на варианте с дробным внесением минеральных удобрений, где осенью вносились только азотные удобрения в дозе 20 кг/га, при посеве доза азота составляла 15 кг/га, доза фосфора и калия – тоже по 15 кг/га в д. в. и, разумеется, некорневая азотная подкормка – в дозе 20 кг/га.

Таблица 2. **Содержание протеина в зависимости от дробного и дифференцированного внесения минеральных удобрений**

Вариант опыта	Массовая доля белка, %
1. Контроль	21,6
2. N_{20} (осенью)	22,9
3. $N_{55}P_{15}K_{15}$ (осенью)	23,7
4. $N_{40}P_{15}K_{15}$ (осенью)+N_{20} (некорневая подкормка)	23,3
5. N_{20} (осенью)+$N_{15}P_{15}K_{15}$ (посев)+N_{20} (некорневая подкормка)	24,7
6. Дифференцированное осеннее внесение $N_*P_*K_*$	23,8
7. Дифференцированное припосевное внесение: N_{25} (осенью)+$N_*P_*K_*$ (посев)	23,9

Однако показатель содержания белка не даёт полную характеристику полноценности корма по этому показателю, поскольку в зависимости от аминокислотного состава он по разному удовлетворяет потребности животного организма. В связи с этим нами проведён анализ на содержание аминокислот в зерне нута на варианте с отсутствием минеральных удобрений (контроль) и на варианте с дифференцированным их внесением (табл. 3).

Таблица 3. **Аминокислотный состав зерна нута в зависимости от применения минеральных удобрений (2017 г.)**

Аминокислота	Содержание аминокислот, %	
	контроль	вариант № 7
Аргинин, %	2,85	3,65
Лизин, %	2,35	2,96
Тирозин, %	0,75	0,96
Фенилаланин, %	1,7	2,15
Гисцидин, %	0,63	0,83
Лейцин-изолейцин, %	7,16	8,7
Метионин, %	0,22	0,30
Валин, %	1,22	1,57
Пролин, %	1,2	1,50
Треонин, %	1,12	1,32
Серин, %	1,50	1,90
Аланин, %	1,38	1,77
Глицин, %	1,23	1,57
Биологическая ценность белка, %	41,98	53,55

Лимитирующей аминокислотой в обоих вариантах опыта является метионин. Показатель биологической ценности белка в нашем эксперименте в значительной степени зависел от применения минеральных удобрений, которые на 11,57 % повышали данный показатель по сравнению с контролем.

Обсуждение полученных результатов.

Полученные данные проведённого эксперимента убедительно свидетельствуют о целесообразности применения минеральных удобрений в биологизированных технологиях возделывания нута. При этом повышение урожая зернобобовой культуры зависит не столько от увеличения доз азотных удобрений, сколько от повышения их эффективности, основанной на диагностике почвенных элементов питания на конкретном участке поля. Для оптимизации системы дифференцированного внесения минеральных удобрений использование только данных по содержанию нитратного азота явно недостаточно, необходимо учитывать такие показатели, как содержание легкогидролизуемого азота, текущая нитрификация и показатели, стимулирующие действие азотных удобрений на микробиологическую активность почвенной микрофлоры [11].

Особое внимание необходимо уделять дифференцированному применению удобрений при дробном их внесении. Особенно это касается азота, который входит в состав всех аминокислот и на его долю приходится 16-18 % от массы белка [12]. Некорневые подкормки позволяют заметно увеличить выход белка, а комплексное использование минеральных удобрений явно улучшает аминокислотный состав основной продукции исследуемой в опыте культуры.

Выводы.

Наибольшая урожайность зерна нута – 10,5 ц/га получена на варианте с дифференцированным припосевным внесением.

Максимальная массовая доля белка – 24,7 % отмечена на варианте с дробным внесением минеральных удобрений, где осенью вносились только азотные удобрения в дозе 20 кг/га, при посеве доза азота составляла 15 кг/га, доза фосфора и калия – по 15 кг/га в д. в.

Комплексное использование минеральных удобрений заметно улучшает аминокислотный состав основной продукции исследуемой в опыте культуры.

Литература

1. Полевой В.В. Физиология растений: учебник для биол. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1989. 464 с.

2. Сидельников Н.А. Эффективность дробного внесения азотно-фосфорных удобрений при различных нормах семян овса в степных районах Оренбургского Предуралья: дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 2006. 131 с.

3. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений ресурсосберегающих технологиях зерновых культур с элементами точного земледелия на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья / Г.В. Петрова, А.П. Долматов, Ф.Г. Бакиров, В.А. Любчич, С.В. Попов, М.Р. Курамшин // Достижение науки и техники АПК. 2014. № 4. С. 19-21.

4. Дифференцированное внесение удобрений в системе точного земледелия / В.А. Любчич, С.В. Попов, Ф.Г. Бакиров, А.П. Долматов, М.Р. Курамшин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1(33). С. 73-75.

5. Якушева Л.Н. Вопросы оптимизации питательного режима растений в точном земледелии // Физические, химические и климатические факторы продуктивности полей. СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2007. С. 338-352.

6. Личман Г.И., Марченко Н.М. Перспективы развития и введения в сельское хозяйство точного земледелия // Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства: сб. лекций Междунар. шк. молодых учёных и специалистов. СПб.: Изд-во НОУ НПО «Салезианский Центр «Дон Боско», 2007. С. 91-100.

7. Васильев И.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания нута на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. … канд. с.-х. наук. Оренбург, 2006. 146 с.

8. Сравнительная оценка кормовых достоинств зерна гороха и нута разных сортов в условиях засухи / С.И. Кононенко, А.Г. Мещеряков, Ю.И. Левахин, А.М. Испанова // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 107(03). С. 1-10.

9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

10. Кукреш Л.В., Рышкель И.В. Оценка белка зернобобовых культур по аминокислотному составу // Вестник НАН Беларуси. 2008. № 1. С. 36-40.

11. Ерёмин Д.И., Кибук Ю.П. Дифференцированное внесение удобрений как инновационный подход в системе точного земледелия // Вестник КрасГАУ. 2017. № 8. С. 17-26.

12. Прянишников Д.Н. Частное земледелие. М.: Сельхозиздат, 1963. Т. 2. С. 712.

Долматов Алексей Петрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии факультета агротехнологий, землеустройства и пищевых производств ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, Оренбург, пер. Мало-Торговый 2, тел.: 8(3532) 77-70-81, тел.: 8-912-348-57-42, e-mail: ljkvfnjd50@mail.ru

Куприянов Дмитрий Алексеевич, аспирант кафедры земледелия, почвоведения и агрохимии факультета агротехнологий, землеустройства и пищевых производств ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет», 460000, Оренбург, пер. Мало-Торговый 2, тел.: 8-932-546-43-06, e-mail: dmitrii.kupriyan@mail.ru

Поступила в редакцию 12 февраля 2018 года

633.1166:631.82(470.56)

Dolmatov Alexey Petrovich, Kupriyanov Dmitry Alekseevich
FSBEI HE «Orenburg State Agrarian University», e-mail: ljkvfnjd50@mail.ru

Influence of fractional and differentiated application of mineral fertilizers on yield and quality of chick pea in the biologized agriculture of Orenburg Cis-Urals

Summary. In modern technologies of cultivation of agricultural crops, the leading place belongs to the use of fertilizers, which account for an average of 40 % of the crop yield gain. However, high prices for mineral fertilizers make the harsh conditions for the producer of agricultural products for the introduction of fertilizers; it forces them to look for new technologies. One of the elements of such technologies is fractional and differentiated use of mineral fertilizers.

The main studies were carried out in the central zone of Orenburg region on southern veil chernozem. The result of the research is presented for the period from 2016 to 2017. In the experiments, the efficiency of fractional and differentiated application of mineral fertilizers was studied. In this experiment, the influence of fertilizers on the yield of chickpea was studied. In agriculture, apart from increasing the production of food and feed grain, the main task to increase its quality and, in particular, to increase the collection of vegetable protein remains. The problem of feed grain production becomes more acute every year. In this article, special attention is paid to the problem of accumulation of protein in the grain and its amino acid composition, depending on the various methods of introducing mineral fertilizers.

Key words: legumes, chickpea, mineral fertilizers, fractional introduction, differentiated application, protein, amino acid composition, biological value of protein.

УДК 631.57:631.416.1 (470.56)

Накопление и использование нитратного азота различными видами пара в период их парования на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья

В.Ю. Скороходов

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

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по содержанию нитратного азота в период парования в различных видах пара.

Проведено сравнительное изучение накопления и использования (расход) нитратного азота чёрными, почвозащитными и сидеральными парами, а также накопление его бессменным чёрным отвальным паром.

Наблюдение за содержанием нитратного азота в пахотном (0-30 см) слое почвы проводили на базе многолетнего стационара отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий в течение 7 лет (с 2011 по 2017 гг.).

Погодные условия оказывают непосредственное влияние на количество нитратов в пахотном слое почвы.

В статье рассматривается вопрос о движении нитратного азота в паровых полях, где одним из составляющих является вынос его урожаем зелёной массы парозанимающих культур.

Приводится урожайность зелёной массы парозанимающих культур. Прибавка урожайности суданской травы от внесения удобрений в среднем за 7 лет исследований составила 13,6 ц с 1 га.

Внесение минеральных удобрений способствует большему накоплению нитратного азота в паровых полях.

Сидераты более отзывчивы на удобрение, чем суданская трава. В среднем за 7 лет урожайность удобренного фона сидератов превышала на 23 ц с 1 га неудобренный.

В связи с выносом питательных веществ из почвы парозанимающими культурами пары к концу парования имеют различное содержание нитратного азота. Потребление нитратного азота парозанимающими культурами наглядно отображено на рисунках.

Чёрный кулисный пар в результате парования накапливает наибольшее количество нитратного азота как на удобренном, так и неудобренном фоне.

Ключевые слова: чернозём, чёрный пар, почвозащитный пар, сидеральный пар, нитратный азот, гумус, гидротермический коэффициент, удобрение.

Введение.

Валовые запасы основных питательных веществ (азота, фосфора и калия) являются одним из важных факторов плодородия почвы. Азот поглощается растениями в форме нитратов. Оренбургская область имеет низкую обеспеченность пашни нитратным азотом [1, 2]. Основная масса азота почвы входит как в состав гумуса в виде белковых фракций и продуктов их гидролиза – аминокислот, связанных с полифенолами, сахарами и минеральной частью почвы, так и в состав других азотсодержащих органических соединений – аденинуклеидов, нуклеиновых кислот и их производных, аминосахаров и т. д. [3]. Содержание азота в почве зависит от ряда факторов, таких как влажность, плотность и пористость почвы, температура воздуха, степень биологической активности почвы, внесение удобрений и запашка сидератов [4].

В условиях дефицита влажности почвы огромную роль в мобилизации доступных форм питательных веществ играет деятельность почвенных микроорганизмов [5, 6].

Фон питания оказывает положительное влияние на протекание микробиологических процессов, повышая деятельность микроорганизмов [7].

Ранее исследования показали, что наибольшая биологическая активность почвы по предшественнику чистый пар отмечается в июне, то есть при разложении органического вещества содержание нитратного азота увеличивается, поэтому вышеуказанная взаимосвязь в этот период наиболее высока [8].

В паровом поле происходит интенсивная минерализация гумуса (1,76 т/га) с высвобождением большого количества нитратного азота, который непроизводительно теряется, опускаясь в нижние горизонты, и становится недоступным для растений. Другая часть нитратов переходит в неусвояемую форму, то есть происходит процесс денитрификации [9].

Чистые пары в результате многократных обработок в весенне-летний период накапливают в почве большое количество нитратного азота, но в связи с водной, ветровой и биологической эрозиями на этом поле наблюдаются большие его потери [10].

Цель исследований.

Изучить накопление нитратного азота в зависимости от различного вида пара.

Материал и методы исследований.

Объект исследования. Различные виды пара (чёрный, почвозащитный, сидеральный) под яровую твёрдую пшеницу, а также бессменный отвальный пар.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий проводились исследования в длительном стационаре по севооборотам и бессменным посевам опытного поля № 1 с. Нежинка Оренбургского района Оренбургской области.

Почва опытного участка представлена чернозёмом южным карбонатным, среднемощным, тяжелосуглинистым. Содержание гумуса в пахотном (0-30 см) слое почвы – 3,2-4,0 %, общего азота – 0,20-0,30 %, доступного фосфора – 1,5-2,5 мг и обменного калия 30-38 мг на 100 г почвы, pH почвенного раствора – 7,0-8,1. Исследования проводились на двух фонах питания – удобренном (поперёк делянок под основную обработку почвы на одной половине вносили $N_{40}P_{40}$ кг д.в. на 1 га) и неудобренном (без применения удобрения).

Схема эксперимента.

Схема опыта включает 4 варианта паров:

I – пар чёрный кулисный под яровую твёрдую пшеницу;

II – пар почвозащитный (занятый летним посевом суданской травы) под яровую твёрдую пшеницу;

III – пар сидеральный (занятый посевом горох+овёс) под яровую твёрдую пшеницу;

IV – пар чёрный отвальный (бессменный).

Оборудование и технические средства.

Ручные почвенные пробоотборники (буры) (Россия), посев суданской травы и сидератов сеялкой СЗ-3,6 (Россия), скашивание роторной косилкой КРН-2,1 (Россия), культивация паров культиватором КПС-4 (Россия). Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур – принятая для центральной зоны Оренбургской области.

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

Результаты исследования.

Мониторинг за содержанием нитратного азота в пахотном (0-30 см) слое почвы проводили отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий в течение последних 7 лет (с 2011 по 2017 гг.) на различных видах (чёрный, почвозащитный, сидеральный) пара и в зависимости от интенсивности (применение удобрений) фона питания.

Количественное содержание азота в почве зависит от влажности, плотности и пористости почвы, температуры воздуха, степени биологической активности почвы, внесения удобрения и запашки сидеральной массы.

Погодные условия оказывают непосредственное влияние на количество нитратов в пахотном слое почвы.

По количеству выпавших осадков и температурному режиму нами рассчитан гидротермический коэффициент (табл. 1), из которого видно, что наиболее благоприятными были 4 года из 7 (2011 г. – ГТК=0,59; 2013 г. – ГТК=0,82; 2015 г. – ГТК=0,57; 2017 г. – ГТК=0,50).

Таблица 1. **Гидротермические коэффициенты вегетационных периодов за 7 лет**

Год	ГТК				
	месяц				средний за вегетационный период (май-август)
	май	июнь	июль	август	
2011	0,95	0,67	0,35	0,39	0,59
2012	0,35	0,59	0,31	0,10	0,34
2013	0,20	0,36	1,06	1,67	0,82
2014	0,13	0,64	0,08	0,13	0,24
2015	1,11	0,27	0,43	0,47	0,57
2016	0,99	0,22	0,31	0,02	0,38
2017	0,74	0,71	0,48	0,06	0,50
Средний по годам исследований	0,64	0,49	0,43	0,40	–

Урожайность зелёной массы парозанимающих культур представлена в таблице 2. Как видно из таблицы, средняя урожайность суданской травы за 7 лет получена на интенсивном (удобренном) фоне 129,7 ц с 1 га, без удобрения – 116,1 ц с 1 га. Внесение удобрений оказывает положительное влияние на урожайность зелёной массы суданской травы. Прибавка от внесений удобрения составила 13,6 ц с 1 га. Наибольшая прибавка урожайности суданской травы получена в 2017 г. и составила 32 ц с 1 га. Небольшой, но положительный результат от внесения удобрений отмечен в 2015 г. – 1,2 ц с 1 га и в 2016 г. – 2,6 ц с 1 га.

Таблица 2. **Урожайность зелёной массы суданской травы (в почвозащитном пару) и сидератов (в сидеральном)**

Вид пара	Фон питания	Годы исследований							Средняя за 7 лет
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Почвозащитный	удобренный	128,0	143,5	116,7	127,7	93,7	95,6	202,5	129,7
	неудобренный	113,5	134,5	98,0	111,0	92,5	93,0	170,5	116,1
	прибавка	14,5	9,0	18,7	16,7	1,2	2,6	32,0	109,8
Сидеральный	удобренный	153,7	80,0	92,0	101,7	88,0	65,0	188,0	86,0
	неудобренный	115,0	72,5	53,0	96,0	83,2	45,5	137,0	–
	прибавка	38,7	7,5	39,0	5,7	4,8	19,5	51,0	–

Максимальная урожайность сидеральной массы получена в 2017 году с применением удобрений. Она составила 188,0 ц с 1 га, что на 51,0 ц с 1 га превышает урожайность неудобренного фона. Средняя урожайность сидератов за 7 лет исследований составила на удобренном фоне 109,8 ц с 1 га, на неудобренном – 86,0 ц.

В 2015 г. прибавка урожайности сидератов от удобрений была минимальной и составляла 4,8 ц с 1 га.

Виды пара и фон питания оказывают различное влияние на количественное содержание нитратного азота в пахотном слое почвы (табл. 3).

Таблица 3. **Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в зависимости от пара и фона питания за 2011-2017 гг., мг на 100 г сухой почвы**

Вид пара	Годы	Фон					
		удобренный			неудобренный		
		в начале парования	в конце парования	"+" или "–"	в начале парования	в конце парования	"+" или "–"
Пар чёрный кулисный под яровую твёрдую пшеницу	2011	4,8	15,0	+10,2	3,9	10,9	+7,0
	2012	4,6	18,8	+14,2	4,3	13,9	+9,6
	2013	7,6	8,8	+1,2	7,8	8,4	+0,6
	2014	4,8	22,2	+17,4	5,2	24,2	+19,0
	2015	7,9	28,6	+20,7	7,3	28,7	+21,4
	2016	16,9	22,2	+5,3	7,3	25,8	+18,5
	2017	10,0	24,0	+14,0	11,2	24,3	+13,1
Среднее		8,1	19,9	+11,9	6,7	19,4	+12,7
Пар почвозащитный под яровую твёрдую пшеницу	2011	4,7	13,1	+8,4	4,0	10,2	+6,2
	2012	5,8	16,5	+10,7	4,5	10,8	+6,3
	2013	6,6	2,2	-4,4	6,5	2,2	-4,3
	2014	4,5	16,6	+12,1	5,2	13,8	+8,6
	2015	7,0	27,5	+20,5	7,2	27,5	+20,3
	2016	17,3	20,3	+3,0	12,9	21,7	+8,8
	2017	10,9	25,9	+15,0	10,2	29,2	+19,0
Среднее		8,1	17,4	+9,3	7,2	16,5	+9,3
Пар сидеральный под яровую твёрдую пшеницу	2011	3,7	6,0	+2,3	4,2	11,7	+7,5
	2012	7,3	4,9	-2,4	6,8	4,0	-2,8
	2013	10,4	4,1	-6,3	9,1	5,6	-3,5
	2014	5,1	3,6	-1,5	5,4	5,2	-0,2
	2015	14,9	8,7	-6,2	8,7	8,0	-0,7
	2016	14,6	9,6	-5,0	7,3	10,4	+3,1
	2017	14,2	6,5	-7,7	11,3	7,0	-4,3
Среднее		10,0	6,2	-3,8	7,5	7,4	-0,1
Пар чёрный отвальный (бессменно)	2011	5,4	14,7	+9,3	4,6	7,0	+2,4
	2012	6,4	14,4	+8,0	5,4	13,3	+7,9
	2013	6,0	7,1	+1,1	5,3	5,5	+0,2
	2014	5,6	20,8	+15,2	5,0	11,7	+6,7
	2015	7,3	25,1	+17,8	4,8	27,1	+22,3
	2016	11,4	15,6	+4,2	11,4	16,5	+5,1
	2017	8,7	26,9	+18,2	7,1	26,5	+19,4
Среднее		7,2	17,8	+10,5	6,2	15,4	+9,1

В результате парования наибольшее количество нитратного азота в среднем за 7 лет исследований накапливается в чёрном кулисном пару под яровую твёрдую пшеницу: как на удобренном – 11,9 мг, так и неудобренном – 12,7 мг на 100 г сухой почвы.

На рисунках 1-4 представлены графики содержания нитратного азота в начале и конце парования на чёрных, почвозащитном и сидеральном парах за 7 лет (2011-2017 гг.) исследования.

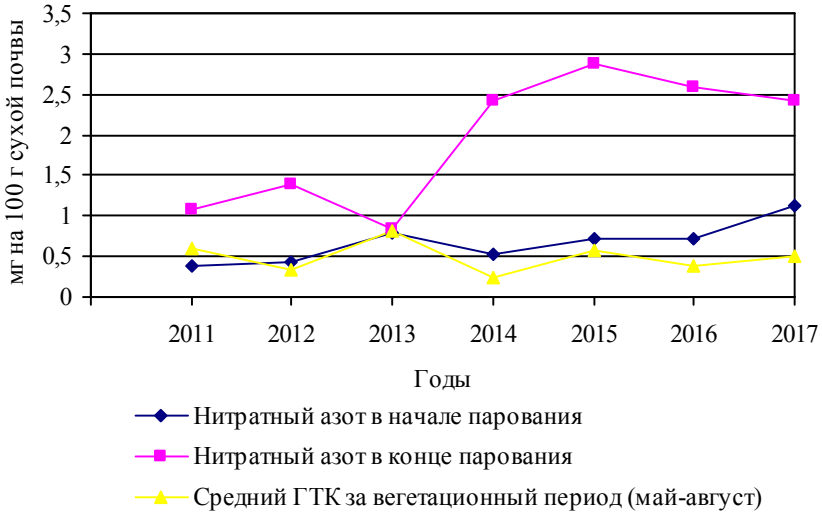


Рис. 1. – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в чёрном пару под твёрдую пшеницу на неудобренном фоне за 2011-2017 гг.

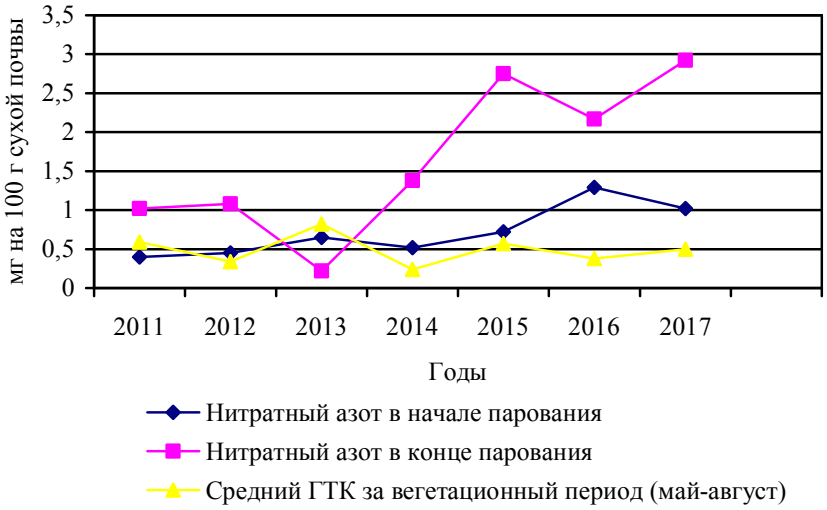


Рис. 2. – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в почвозащитном пару под твёрдую пшеницу на неудобренном фоне за 2011-2017 гг.

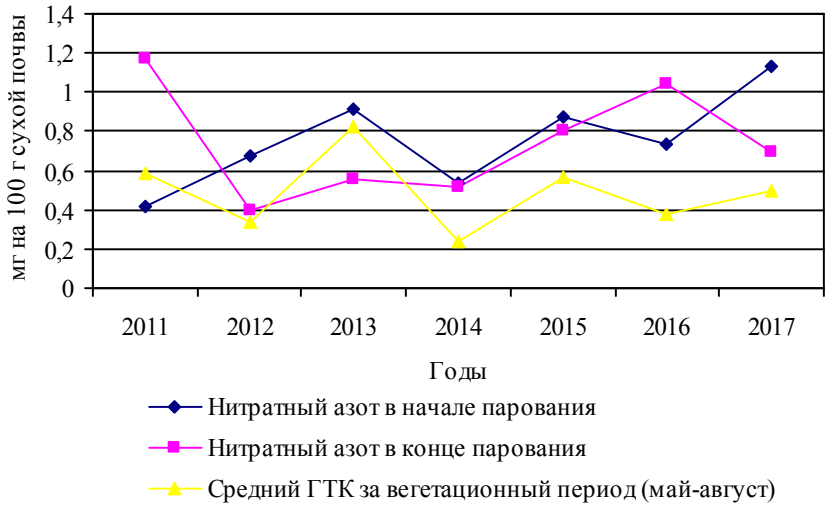


Рис. 3. – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в сидеральном пару под твёрдую пшеницу на неудобренном фоне за 2011-2017 гг.

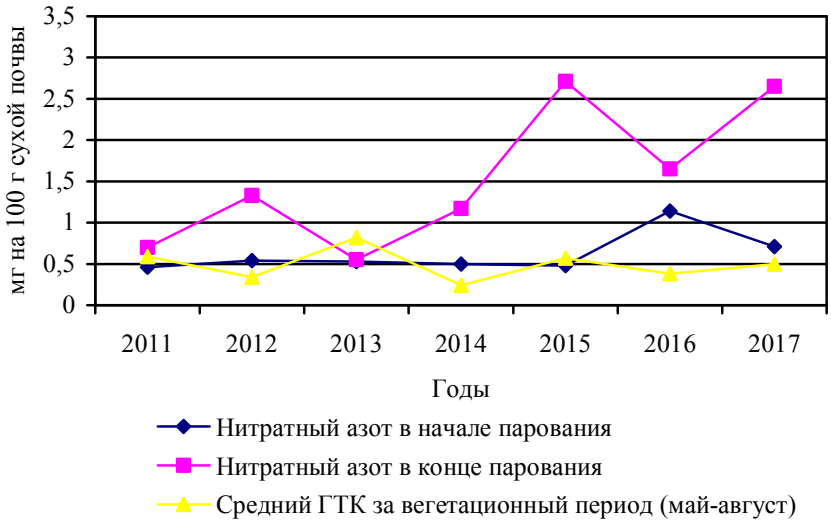


Рис. 4. – Содержание нитратного азота в слое почвы 0-30 см в бессменном чёрном отвальном пару под твёрдую пшеницу на неудобренном фоне за 2011-2017 гг.

Обсуждение полученных результатов.

В статье мы рассматриваем вопрос о движении нитратного азота в паровых полях. Одной из составляющих является вынос нитратного азота урожаем зелёной массы парозанимающих культур. В нашем случае парозанимающими культурами являются в почвозащитном пару – суданская трава и в сидеральном (в качестве сидератов) – горох+овёс.

Большое значение в сохранении плодородия почв приобретает биологизация систем удобрений и, в частности, использование сидеральных культур. Они обогащают почву органическим веществом, азотом и другими элементами питания, не требуют затрат на перевозку, снижают засорённость полей, повышают продуктивность агроценозов, улучшая качество продукции [11-13].

Во все годы исследований в чёрном пару в начале парования нитратный азот имеет наименьшие показатели как на удобренном, так и неудобренном фоне. В отдельные годы (2015 г.) его содержание увеличивается к концу парования на удобренном фоне на 20,7 мг, на неудобренном – на 21,4 мг на 100 г сухой почвы.

В почвозащитном пару в среднем за 7 лет нитратный азот повышается к концу парования на 9,3 мг на 100 г сухой почвы вне зависимости от фона питания. Как и в чёрном пару, в почвозащитном в 2015 г. к концу парования, к осени запасы нитратного азота увеличиваются на 20 мг на 100 г сухой почвы. Почвозащитный пар, занятый летним посевом суданской травы, в сравнении с чёрным имеет значение ниже на удобренном фоне на 2,3 мг, на неудобренном – на 3,4 мг на 100 г сухой почвы. С мая по июнь содержание нитратного азота в почвозащитном пару находится на уровне чёрного пара. В июле проводится посев суданской травы в качестве парозанимающей культуры. Следовательно, с июля по август нитратный азот расходуется суданской травой на рост и развитие.

В июле растениями используется небольшое количество нитратного азота, а в августе при активной вегетации суданской травы – большее его количество.

В сидеральном пару сидераты (горох+овёс) высеваются в мае. Использование азота сидератами наблюдается с мая по июль (включительно). В августе проводится запашка сидератов, то есть прекращается потребление нитратного азота растениями (сидератами). Такое положение полностью подтверждается нашими данными.

В среднем за 7 лет исследований (2011-2017 гг.) к концу парования показатели содержания нитратного азота в пахотном слое имеют отрицательное значение. На удобренном фоне нитратный азот активно используется сидератами и снижается на 3,8 мг. В неудобренном фоне к концу парования сидеральные пары имеют показатели нитратного азота, равные весенним, с небольшим уменьшением до 0,1 мг на 100 г сухой почвы.

Нами также рассмотрен вопрос накопления и сохранения нитратного азота в бессменном чёрном отвальном пару. По данным ряда авторов, интенсивные обработки в пару приводят к мобилизации потенциального плодородия почвы, переходу питательных элементов в легкодоступные для растений формы [14].

В среднем за 7 лет исследований накопление нитратного азота к концу парования в бессменном чёрном пару на фоне с применением удобрений составило 10,5 мг на 100 г сухой почвы, без применения удобрения – 9,1 мг.

По нитратному азоту наиболее заметное изменение происходит к концу парования, когда он накапливается в избыточном количестве в чёрных парах (до 12-13 мг на 100 г почвы). К посеву твёрдой пшеницы, вследствие потерь, его количество в чёрных почвозащитных и сидеральных парах выравнивается [15].

Исследованиями Храмцова И.Ф., Юшкевича Л.В. установлено, что содержание нитратного азота и его распределение по профилю почвы во многом определяется приёмами обработки парового поля. При отвальной технологии подготовки пара содержание нитратного азота выше, чем при снижении глубины обработки, но в обоих случаях оно находится в градации высокой и очень высокой обеспеченности [16].

Чёрный кулисный пар под яровую твёрдую пшеницу накапливает к концу парования больше нитратного азота в сравнении с бессменным отвальным паром на удобренном фоне на 1,4 мг, на неудобренном – на 3,6 мг на 100 г сухой почвы.

Из графиков на рисунках 1 и 4 видно, что чёрный отвальный (бессменный) пар к концу парования увеличивает содержание нитратного азота. В сидеральном пару идёт использование нитратного азота растениями и к концу парования он находится на уровне весенних запасов, а в отдельные годы (2012, 2013 и 2017 гг.) – даже ниже уровня запасов начала парования.

Азот поглощается растениями в форме нитратов. Наиболее заметное изменение содержания нитратного азота происходит к концу парования. Избыточное его количество накапливается в чёрных парах к осени. Весной к посеву твёрдой пшеницы содержание нитратного азота в чёрных, почвозащитных и сидеральных парах выравнивается. На количество нитратов в почве оказывают влияние погодные условия, а также вынос их парозанимающей культурой.

Выводы.

1. Погодные условия оказывают непосредственное влияние на количество нитратов в пахотном слое почвы.

2. Виды пара и фон питания оказывают различное влияние на количественное содержание нитратного азота в пахотном слое почвы.

3. Наибольшее количество нитратного азота накапливается в чёрном кулисном пару под яровую твёрдую пшеницу.

4. Парозанимающие культуры используют часть накопленного нитратного азота на рост и развитие.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Ряховский А.В. Особенности плодородия почв и эффективности удобрений в степных районах Южного Урала. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1992. 78 с.

2. Динамика нитратного азота в зависимости от вида пара на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, В.Н. Жижин, Д.В. Митрофанов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой памяти Р.Г. Гареева. Казань: Центр инновационных технологий, 2012. С. 304-308.

3. Пронина Н.Б., Баздырёв Г.И. Особенности ферментативной активности почв и растений в условиях эрозионного стресса // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2002. № 2. С. 50-66.

4. Крючков А.Г., Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Динамика содержания подвижных элементов питания под посевами яровой мягкой пшеницы // Земледелие. 2012. № 2. С. 15-17.

5. Биологическая активность почвы в специализированном зерновом севообороте при использовании пожнивного сидерата и соломы в качестве удобрения / В.Г. Лошаков, В.Т. Емцев, Л.К. Ницэ, С.Ф. Иванова, Т.А. Рогова, Р.Ю. Асхабов // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 1986. № 4. С. 10-17.

6. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Обеспеченность растений яровой твёрдой пшеницы азотом в зависимости от условий агротехники и её урожайность // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5(61). С. 27-30.

7. Биологическая активность почвы под посевом проса в зависимости от предшествующих звеньев севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / В.Н. Жижин, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2(80). С. 124-126.

8. Микробиологические процессы в ризосфере при различных обработках почвы / Н.Н. Терещенко, Н.А. Лапшинов, В.Н. Пакуль, В.Ю. Березин // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 12. С. 12-15.

9. Плодородие почв Оренбуржье и основные приёмы его повышения в современных условиях / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов // Новизна научного прогресса: материалы IX междунар. науч.-практ. конф. Республика Болгария, София: Изд-во «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. Т. 8. С. 73-78.

10. Максютов Н.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В. Агроэкологическая оценка чистых, почвозащитных и сидеральных паров под яровую пшеницу на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 5(37). С. 56-58.

11. Красницкий В.М., Рендов Н.А. Плодородие лугово-чернозёмной почвы при использовании донникового пара // Плодородие. 2005. № 5. С. 6-7.

12. Яшутин Н.В., Дробышев А.П., Хоменко А.И. Биоземледелие. Научные основы инновационные технологии и машины. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 191 с.

13. Лошаков В.Г., Синих Ю.Н., Солдатова С.А. Пожнивная сидерация как фактор биологизации земледелия // Ресурсосберегающее земледелие на рубеже XXI века: сб. материалов III Междунар. науч.-практ. конф. М., 2009. С. 138-144.

14. Аникович В.Ф., Надточий М.М., Кремер Г.А. Эффективность различных звеньев севооборотов на фоне минерального питания // Проблемы увеличения урожаев и повышения качества продукции в растениеводстве. Уфа, 1985. С. 116-216.

15. Основные результаты длительных стационарных исследований по севооборотам и бессменным посевам сельскохозяйственных культур на чернозёмах Оренбургского Предуралья / Н.А. Максютов, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин // Наука и образование. 2013. № 2(31). С. 39-43.

16. Храмцов И.Ф., Юшкевич Л.В. Ресурсы парового поля в лесостепи Западной Сибири. Омск, 2013. С. 80.

Скороходов Виталий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел. 8-906-845-87-45, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Поступила в редакцию 24 января 2018 года

UDC 631.57:631.416.1 (470.56)

Skorokhodov Vitaly Yuryevich

FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: maksyutov.n@mail.ru

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

Summary. The article presents the results of a study on the content of nitrate nitrogen in the period of fallowing in various types of fallow ground.

A comparative study of the accumulation and use (consumption) of nitrate nitrogen by black, soil-protective and green fallow and the accumulation of it by a permanent black dump fallow.

The content of nitrate nitrogen in the arable (0-30 cm) soil layer was observed based on a multi-year permanent study area by the department of agriculture and resource-saving technologies for 7 years (from 2011 to 2017).

Weather conditions have a direct effect on the amount of nitrates in the plow layer of soil.

The article deals with the movement of nitrate nitrogen in the fallow fields, where one of the components is the removal of nitrogen by green yield of fallow crops.

The yield of green mass of the fallow crops is given. The increase in the yield of Sudan grass from the use of fertilizer averaged 13.6 quintals per hectare over 7 years.

The introduction of mineral fertilizers contributes to a greater accumulation of nitrate nitrogen in fallow fields.

Green manure is more responsive to fertilizer than Sudanese grass. On average, the yield of the fertilized background of green manure exceeded 23 quintals from 1 ha of the unfertilized one within 7 years.

In connection with the removal of nutrients from the soil by fallow crops, fallow has a different content of nitrate nitrogen at the end of fallowing. The consumption of nitrate nitrogen by fallow crops is clearly shown in the figures.

Black strip-sown fallow as a result of fallowing accumulate the greatest amount of nitrate nitrogen on both the fertilized and unfertilized background.

Key words: chernozem, black fallow, soil-protecting fallow, green manure, nitrate nitrogen, humus, hydrothermal coefficient, fertilizer.

УДК 636.085.7

Силосование люцерны с препаратами молочнокислых бактерий

Ю.А. Победнов[1], А.А. Мамаев[1], М.С. Иванова[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 имени К.А. Тимирязева»

Аннотация. Люцерну считают идеальным сырьём для сенажирования, при котором, как полагают, сохранность корма обеспечивается за счёт «физиологической сухости», обусловливающей недоступность содержащейся в растениях влаги для нежелательной микрофлоры. Согласно данному представлению, корм сохраняется независимо от наличия в нём сахара и белка, а значит, и от степени подкисления. Полагают, что пропорционально увеличению содержания белка и пектина в растениях возрастает и количество недоступной для микробов воды. Однако установлено, что вода, связанная белком и пектином, это наименее связанная вода. Следовательно, люцерна, богатая белком и пектином, содержит много слабосвязанной воды даже при условии её провяливания до содержания сухого вещества ≥45 %. На фоне острого дефицита сахара и высокой буферной ёмкости это служит причиной получения корма, нестабильного при хранении. Наши данные показали, что исправить этот недостаток можно за счёт ускорения подкисления провяленной до указанного содержания сухого вещества люцерны до предела, исключающего развитие маслянокислых бактерий. Достигается это за счёт внесения препаратов на основе осмотолерантных штаммов молочнокислых бактерий. При этом высокая буферность провяленной люцерны, обеспечивающая по сравнению с силосованием провяленных злаковых трав более медленное подкисление корма, не допускает возможность её силосования в слабо провяленном (<40 % сухого вещества) виде. В данном случае глубокое провяливание люцерны служит промежуточным консервирующим фактором, который в условиях медленного заквашивания корма сдерживает развитие маслянокислых бактерий на первом этапе консервирования, а также распад образующихся под воздействием протеолитических растительных ферментов аминокислот до аммиака.

Ключевые слова: люцерна, силос, микрофлора, степень провяливания, активная кислотность (pH), протеолиз, препараты молочнокислых бактерий, Биотроф, Феркон, Биосиб.

Введение.

Люцерну считают несилосующейся культурой [1], что предполагает и невозможность эффективного использования препаратов молочнокислых бактерий при её силосовании в свежескошенном и слабо провяленном виде [2-4]. По этой причине люцерну рекомендуют использовать в основном для приготовления сенажа [5-7]. В этом случае, как полагают [8], сохранность корма обеспечивается за счёт «физиологической сухости», обусловливающей недоступность содержащейся в растениях влаги для нежелательных микробов. В результате корм успешно сохраняется независимо от степени подкисления [9-11]. Согласно общепринятому мнению [5], «физиологическая сухость» у большинства трав наступает при провяливании их до содержания сухого вещества 45-50 %.

В то же время имеются сведения [12, 13], что при загрузке в хранилища провяленной до содержания сухого вещества 45-50 % люцерны отнюдь не всегда получается корм, свободный от накопления масляной кислоты. Объясняется это тем, что такое провяливание растений ещё не приводит к созданию «физиологической сухости». На это указывает и фактическое определение активности воды ($А_в$) в провяленной массе. Оно показывает [14], что даже при провяливании растений до содержания сухого вещества 50 % $А_в$ в них не снижается ниже 0,95, тогда как активная кислотность (pH) не нормируется лишь при консервировании растительных продуктов с $А_в \leq 0,85$ [15]. Отсюда можно заключить, что необходимость провяливания люцерны и других несилосующихся бобовых трав до содержания сухого вещества 45-50 % связана не столько с созданием в растениях

«физиологической сухости», сколько с необходимостью обеспечения их сохранности в условиях слабого подкисления. Последнее вытекает из того, что основной причиной порчи силоса из бобовых трав служит маслянокислое брожение, в то время как другие виды нежелательной микрофлоры не получают заметного развития [7]. Восприимчивость возбудителей маслянокислого брожения к активной кислотности (pH) возрастает по мере увеличения содержания сухого вещества в силосуемой массе [16], что в отличие от силосования провяленных злаковых трав позволяет обеспечить высокую сохранность корма при его невысокой активной кислотности.

Цель исследований.

Определить параметры силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий, обеспечивающих стабильность корма при хранении.

Материалы и методы исследований.

Объект исследований. Люцерна изменчивая (*Medicago varia)*, убранная в фазе бутонизации.

Схема эксперимента. Исследования проводили на Центральной экспериментальной базе ФГБНУ «ФНЦ кормопроизводства и агроэкологии им. В.Р. Вильямса». Скошенную в прокосы массу провяливали при разной погоде до «сенажной» влажности в течение 8, 24 и 48 часов и закладывали на хранение в лабораторные сосуды ёмкостью 0,5 л, оснащённые устройствами для учёта выделившихся при брожении газов без добавок и с внесением препарата Биотроф, созданного на основе гомоферментативного осмотолерантного штамма *Lactobacillus plantarum* № 60. После скашивания и спустя каждые 4 часа провяливания массу анализировали на содержание сухого вещества, сахара и аммиака. Кроме того, в зелёной массе и силосе определяли активную кислотность (pH), а силос дополнительно анализировали на содержание органических кислот.

Для определения переваримости и питательности полученного корма по 200 кг провяленной до содержания сухого вещества >40 % люцерны силосовали в 2-слойных полиэтиленовых мешках обычным способом, с препаратом Биотроф и с рекомендуемым для этой цели полиферментным препаратом Феркон в сочетании с бактериальной закваской Биосиб [6]. Указанные препараты вносили в дозе, рекомендуемой заводами-изготовителями.

Полученный силос последовательно скармливали одной и той же тройке взрослых валухов романовской породы в физиологических опытах.

Оборудование и технические средства. Содержание сухого вещества в зелёной массе и силосе определяли путём высушивания навесок при температуре +105 °С до постоянного веса, сахара – по Бертрану, аммиака – по Лонги, pH – с помощью потенциометра И-500 (Россия), содержание органических кислот – методом капиллярного электрофореза [17].

Энергетическую питательность полученного корма рассчитывали на основе полученных в опытах на валухах коэффициентов переваримости питательных веществ в соответствии с методическими рекомендациями по оценке кормов на основе их переваримости [18].

Статистическая обработка проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Достоверными считали результаты при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований.

Результаты показали, что сохранность сахара, накопление аммиака, а в итоге и сбраживаемость люцерны зависят от скорости её провяливания (табл. 1). Повышение сахаро-буферного отношения происходит лишь при быстром (8 часов) провяливании растений до содержания сухого вещества ≥45 %, что связано с увеличением содержания сахара и отсутствием накопления в массе аммиака. При увеличении срока провяливания люцерны до 1 суток содержание сахара несколько снижается, что приводит к некоторому ухудшению сбраживаемости растений. Однако накопления аммиака, то есть дальнейшего повышения буферности люцерны и в этом случае не происходит.

Таблица 1. **Динамика сахара, аммиака и pH в люцерне при разных сроках провяливания**

Показатели	Продолжительность провяливания, час				
	0	4	8	24	48
Опыт № 1					
Содержание сухого вещества, %	24,84	40,18	47,55	-	-
Содержание в сухом веществе, %					
сахара	4,51	4,95	5,19	-	-
аммиака	0,03	0,02	0,02	-	-
сахаро-буферное отношение	1,0	-	1,1	-	-
pH	5,73	5,81	5,97	-	-
Опыт № 2					
Содержание сухого вещества, %	25,76	36,18	37,76	49,11	-
Содержание в сухом веществе, %					
сахара	4,15	4,67	5,01	3,91	-
аммиака	0,02	0,02	0,02	0,02	-
сахаро-буферное отношение	1,0	-	-	0,8	-
pH	5,77	5,86	5,79	5,92	-
Опыт № 3					
Содержание сухого вещества, %	20,75	24,59	26,52	33,89	51,30
Содержание в сухом веществе, %					
сахара	6,17	5,45	5,77	5,90	4,48
аммиака	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
сахаро-буферное отношение	1,5	-	-	-	1,0
pH	5,65	5,75	5,62	5,94	6,05
Опыт № 4					
Содержание сухого вещества, %	22,03	26,60	25,08	28,65	40,96
Содержание в сухом веществе, %					
сахара	1,59	2,26	2,19	1,47	1,51
аммиака	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
сахаро-буферное отношение	0,3	-	-	-	0,2
pH	6,16	6,03	6,02	6,23	6,20

Невысокие потери сахара и отсутствие накопления аммиака при суточном обезвоживании люцерны отмечаются лишь при условии, если через 4 часа провяливания содержание сухого вещества в люцерне достигает 36 % и более.

Силосование провяленной люцерны обычным способом и с внесением препарата Биотроф показало, что применение молочнокислой закваски способствует более полному использованию содержащегося в растениях сахара, который расходуется прежде всего на образование молочной кислоты (табл. 2). При этом усиление процесса брожения сопровождается увеличением объёма выделившихся при силосовании газов.

Однако, несмотря на стимуляцию молочнокислого брожения и увеличение синтеза молочной кислоты, скорость подкисления провяленной люцерны из-за высокой её буферной ёмкости сильно уступает той, которая наблюдается при силосовании с молочнокислыми заквасками провяленных в такой же степени злаковых трав [16], обусловливая необходимость наличия в массе промежуточного консервирующего фактора. В качестве такового служит провяливание люцерны до несколько большего содержания сухого вещества, нежели то, которое исчисляется, исходя из сахаро-буферного отношения в растениях [14]. Однако каким должно быть провяливание люцерны?

Некоторые исследователи полагают [14, 19], что с использованием препаратов молочнокислых бактерий качественный силос можно приготовить из люцерны, провяленной до содержания сухого вещества ≥40 %. В какой-то степени на это указывают и приведённые в таблицах 1 и 2 данные, из которых следует, что нужное подкисление люцерны (опыт № 4) с содержанием сухого вещества 40,96 % под влиянием препарата Биотроф не было достигнуто лишь по причине острого дефицита сахара. В то время как при лучшей обеспеченности сахаром (опыты 1 и 3) это достигалось даже в случае провяливания люцерны до «сенажной» влажности.

Таблица 2. **Объём выделившихся газов и биохимические показатели полученного корма**

Объём выделившихся газов, л/кг сухого вещества массы	pH корма	Содержание в сухом веществе корма, %			
		аммиака	органических кислот		сахара
			молочной	масляной	
Опыт № 1					
Без добавок					
2,39±0,43	5,59±0,01	0,23±0,01	0,30±0,04	0,20±0,01	2,26±0,09
С Биотрофом					
5,73±0,12*	4,31±0,01*	0,27±0,01	15,48±0,32*	0,15±0,01*	0,73±0,01*
Опыт № 2					
Без добавок					
2,73±0,59	5,75±0,03	0,13±0,00	0,53±0,05	0,23±0,01	3,98±0,12
С Биотрофом					
5,97±0,20*	4,40±0,02	0,10±0,01	14,17±0,14*	0,18±0,01*	0,29±0,04*
Опыт № 3					
Без добавок					
3,04±0,22	5,45±0,09	0,17±0,01	2,86±0,10	0,31±0,04	4,63±0,26
С Биотрофом					
4,62±0,12*	4,25±0,01*	0,14±0,02*	14,06±0,20*	0,11±0,03*	1,25±0,04*
Опыт № 4					
Без добавок					
6,91±0,38	5,34±0,06	0,59±0,03	6,37±0,45	0,04±0,04	0,21±0,10
С Биотрофом					
8,42±0,27*	5,19±0,06	0,49±0,02	10,20±0,35*	0,00±0,00	0,08±0,01

Примечание: * – разница достоверна по отношению к контролю, P≤0,05

Нельзя не отметить, что даже при отсутствии должного подкисления силос из провяленной до содержания сухого вещества люцерны 40,96 %, приготовленный в лабораторных условиях, практически не содержал масляной кислоты. Причиной тому служит наличие в люцерне вторичных растительных метаболитов, обладающих выраженным антимикробным действием [20]. Поэтому испытание тех или иных технологических приёмов при силосовании люцерны в лабораторных условиях часто приводит к ошибочным заключениям. В своё время на это указывал ещё С.Я. Зафрен [8], предостерегая о том, «что в обычных условиях об использовании такого способа «силосования» люцерны (без должного подкисления) речи быть не может». Поэтому для получения более достоверных результатов люцерну с содержанием сухого вещества 40,88-44,49 % силосовали без добавок, с внесением препарата молочнокислых бактерий Биотроф и смеси полиферментного препарата Феркон с молочнокислой закваской Биосиб в 2-слойных полиэтиленовых мешках, в которых масса корма составляла 200 кг. В сухом веществе провяленной массы люцерны содержалось: сырого протеина – 20,79 %, сырого жира – 3,29 %, сырой клетчатки – 29,99 %, сырой золы – 11,20 % и сырых БЭВ – 34,73 %. В таблице 3 приведены биохимические показатели корма после его 2-месячного хранения в анаэробных условиях.

Таблица 3. **Биохимические показатели люцернового силоса**

Силос	pH	Содержание в сухом веществе, %				
		аммиака	органических кислот			сахара
			молочной	уксусной	масляной	
Без добавок	4,80±0,004	0,32±0,003	15,92±0,09	2,02±0,04	0,31±0,005	0,78±0,04
С Биотрофом	4,53±0,009*	0,25±0,001*	16,21±0,24	1,94±0,02	0,18±0,007*	0,44±0,008*
Феркон+Биосиб	4,42±0,01*	0,20±0,003*	14,82±0,12*	1,38±0,03*	0,12±0,008*	0,40±0,02*

Примечание: * – разница достоверна по отношению к контролю, P≤0,05

Результаты показали, что использование как одного только препарата молочнокислых бактерий, так и его смеси с полиферментным препаратом Феркон не привело к увеличению накопления молочной кислоты в сухом веществе корма. То есть при всех указанных способах силосования провяленной люцерны сахар преимущественно использовался молочнокислыми бактериями. В то же время ускорение подкисления провяленной массы под влиянием внесённых биологических препаратов способствовало достоверному снижению содержания аммиака и масляной кислоты в сухом веществе корма. Таким образом, внесение биологических препаратов при силосовании провяленной люцерны приводит к улучшению биохимических показателей полученного корма и его стабильности при хранении, однако, вследствие благоприятного направления процесса брожения в такой массе, не приводит к заметному повышению сохранности и энергетической питательности полученного корма. Результаты физиологических опытов, выполненных на валухах, показали, что энергетическая питательность сухого вещества силоса, обычного и приготовленного с препаратом Биотроф и смесью полиферментного препарата Феркон с молочнокислой закваской Биосиб, составила соответственно 8,9±0,05; 8,9±0,22 и 9,0±0,23 МДж ОЭ в 1 кг (P≥0,05).

Обсуждение полученных результатов.

Установлено, что в результате быстрого (8 часов) провяливания люцерны до «сенажной» влажности заметно улучшается сбраживаемость люцерны, что при использовании препаратов молочнокислых бактерий обеспечивает получение корма, стабильного при хранении. Максимальным сроком провяливания люцерны, при котором не ухудшаются её технологические свойства, служат одни сутки. Подобные результаты получены И.В. Кучиным и при интенсивном провяливании в прокосах многолетних злаковых трав [21].

При увеличении срока провяливания до 2-х и более суток качество исходной массы люцерны заметно снижается. Это обусловлено не только уменьшением содержания сахара в люцерне, но и накоплением в ней аммиака, приводящего к подщелачиванию силосуемой массы. Последнее тем значительней, чем больше сахара утрачивается при провяливании. Описаны случаи, когда из-за неблагоприятной погоды зелёная масса козлятника восточного достигала 50 %-ной влажности только на 3-и сутки [22]. В результате она содержала столько аммиака, что отчётливо ощущался его запах, а pH растительного сока был выше 7,0. Никакая «физиологическая сухость» не смогла спасти такой корм от порчи. При отсутствии подкисления он, несмотря на достаточную степень провяливания растений, содержал в сухом веществе свыше 3,0 % масляной кислоты. Образование некоторого количества аммиака даже в свежескошенной люцерне обусловлено тем, что на фоне дефицита сахара в энергетический обмен после предварительного дезаминирования включаются аминокислоты [23]. Накопление же аммиака свидетельствует об ослаблении в длительно провяливаемых растениях синтетических процессов, связанных с использованием его для образования аспарагина [1].

Высокая буферность люцерны также оказывает большое влияние на результат её силосования в провяленном виде. Так, если при силосовании провяленных до содержания сухого вещества ≥40 % злаковых трав обычным способом и с препаратами молочнокислых бактерий максимальная разница в pH (≥1,2 единицы pH) наблюдается через 3 суток, а pH корма во втором случае достигает

≤4,3 [16], то у люцерны, провяленной до такого же содержания сухого вещества, максимальное подкисление корма отмечается только через 15 суток [24]. Медленное подкисление провяленной люцерны даже под влиянием препаратов молочнокислых бактерий служит главной особенностью данной культуры, в принципе отличающей её и от провяленных злаковых трав, и от клевера лугового. Результатом этой особенности часто служит нестабильность приготовленного обычным способом корма при хранении [12].

Исходя из этого, принцип консервирования люцерны основывается на биологических особенностях маслянокислых бактерий, которые, как уже отмечалось, служат основной причиной порчи приготовленного из неё силоса и сенажа. Дело в том, что в отличие от молочнокислых бактерий, маслянокислые бактерии присутствуют на растениях в виде спор, для прорастания которых требуется влага. Следовательно, чем меньше будут содержать растения доступной для микробов влаги, тем медленнее будут прорастать споры маслянокислых бактерий. Иными словами, сильное провяливание люцерны удлиняет период до начала активной жизнедеятельности маслянокислых бактерий, в течение которого молочнокислые бактерии из состава внесённых препаратов успевают подкислить корм до необходимого предела.

Особо следует подчеркнуть то, что медленное подкисление люцерны не исключает возможность накопления некоторого количества масляной кислоты и при провяливании растений до «сенажной» влажности. Объясняется это тем, что вода, связанная белком и пектином, которыми богата люцерна, – это наименее связанная вода [25]. С этим, очевидно, и связано то, что основной причиной изменения азотистых веществ, приводящего к увеличению буферной ёмкости корма, служит не микробиальная активность, а растительные протеолитические ферменты, расщепляющие белок до аминокислот с последующим их дезаминированием. По имеющимся данным [26], протеолиз в первые двое суток силосования провяленной до содержания сухого вещества 35 % люцерны вследствие медленного её подкисления составляет 25 ммоль аминокислот в час на 1 кг сухого вещества. Значение имеет и то, что оптимальное для протеолиза pH у люцерны находится на более низком, чем у злаковых трав и клевера лугового значении: соответственно 6,0 и 6,5 [27]. То есть для получения стабильного при хранении корма люцерна, характеризующаяся по сравнению с другими кормовыми культурами наиболее высокой буферностью и острым дефицитом сахара, должна подкисляться значительно быстрее. Имеющиеся данные показывают, что ни глубокое провяливание люцерны, ни ускорение подкисления провяленной массы под влиянием внесённых биологических препаратов не оказывают влияния на интенсивность протеолиза, а лишь способствуют сокращению дальнейшего распада аминокислот до аммиака [28].

Выводы.

Люцерна даже в провяленном до содержания сухого вещества ≥45 % виде отличается от других кормовых культур повышенным содержанием слабосвязанной воды, высокой буферной ёмкостью и дефицитом сахара, что нередко служит причиной получения нестабильного при хранении корма.

Для устранения этого недостатка растения следует быстро (за 8-10 часов) провяливать до содержания сухого вещества ≥40 %, что улучшает их сбраживаемость и замедляет развитие маслянокислых бактерий на первом этапе силосования, в течение которого масса под влиянием внесённых биологических препаратов успевает подкислиться до предела, исключающего дальнейшее развитие этого вида бактерий.

Литература

1. Зубрилин А.А. Консервирование зелёных кормов. М.: Сельхозгиз, 1938. 200 с.

2. Зубрилин А.А., Михин А.М. Новые данные в учении о силосовании // Проблемы животноводства. 1935. № 7. С. 27-38.

3. Анисимов А.А. Эффективность технологии силосования люцерны с новым биологическим препаратом Феркон // Ваш сельский консультант. 2006. № 4. С. 28-30.

4. Можно ли силосовать люцерну? / В.В. Солдатова, Е.А. Йылдырым, Л.А. Ильина, В.А. Филиппова, О.Н. Соколова, Г.Ю. Лаптев, Н.И. Новикова, Ю.А. Победнов // Сельскохозяйственные вести. 2016. № 1. С. 48-51.

5. Богданов Г.А., Привало О.Е. Сенаж и силос. М.: Колос, 1983. 319 с.

6. Приготовление силоса и сенажа с применением отечественных биологических препаратов / В.А. Бондарев, В.М. Косолапов, В.П. Клименко, А.Н. Кричевский. М.: ФГБНУ ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2016. 212 с.

7. Победнов Ю.А. Теоретические предпосылки и способы консервирования кукурузы и трав на основе регулирования микробиологических процессов: метод. указания. СПб.: ООО «Биотроф», 2017. 52 с.

8. Зафрен С.Я. Технология приготовления кормов: справ. пособие. М.: Колос, 1977. 240 с.

9. Гибадуллина Ф.С. Прибыль определяют объёмистые корма // Нива Татарстана. 2011. № 3-4. С. 19-21.

10. Абраскова С.В. Регуляция микробиоценоза консервируемых растительных кормов. Минск: ИВЦ Минфина, 2011. 174 с.

11. Никитина Т.К. Корма и комбикорма. СПб.: ООО «Респекс», 2000. 256 с.

12. Курнаєв О.М. Вплив технології заготівлі сінажу на втрати сирого протеїну та його фракційний склад упродовж зберігания // Корми і кормовиробництво: Міжвід. темат. наук. зб. Вінниця, 2010. В. 66. С. 274-280.

13. Победнов Ю.А. Является ли сенаж сенажом? // Сельскохозяйственные вести. 2017. № 2. С. 22-24.

14. Вайсбах Ф. Будущее консервирования кормов // Проблемы биологии продуктивных животных. 2012. № 2. С. 49-70.

15. Баранов Б.А. Теоретические и прикладные аспекты показателя «активности воды» в технологии продуктов питания: дис. … д-ра техн. наук. СПб.: РЭА им. Г.В. Плеханова, 2000. 240 с.

16. Pahlow G., Weissbach F. New aspects of evaluation and application of silage additives // Landbauforschung Völkenrode. 1999. Sonderheft 206. P. 141-158.

17. Методы анализа кормов / В.М. Косолапов, И.Ф. Драганов, В.А. Чуйков, Х.К. Худякова, Л.М. Коровина, М.В. Мамаева. М.: ООО «Угрешская типография», 2011. 219 с.

18. Методические рекомендации по оценке кормов на основе их переваримости / Н.Г. Григорьев, Е.С. Воробьёв, А.И. Фицев и др. М.: ВАСХНИЛ, 1989. 44 с.

19. Moran J.P., Owen T.R. The Effect of Bacterial Inoculant on the Fermentation of Lucerne // Proceeding of the XIth International Silage Conference, Aberystwyth, 8 th-11 th September 1996. Aberystwyth, 1996. P. 166-167.

20. Weissbach F. Consequences of grassland de-intensification for ensilability and feeding value of herbage // Landbauforschung Völkenrode. 1999. Sonderheft 206. P. 41-53.

21. Кучин И.В. Эффективность сенажирования и силосования провяленных злаковых трав с препаратами молочнокислых бактерий: дис. … канд. с.- х. наук. М.: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2017. 128 с.

22. Победнов Ю.А. Сенаж или силаж? Особенности консервирования бобовых и злаковых трав // Проблемы биологии продуктивных животных, 2016. № 2. С. 42-54.

23. Хелдт Г.-В. Биохимия растений [Электронный ресурс] / пер. с англ. М.А. Брейгиной, Т.А. Власовой, М.В. Титовой, В.Ю. Штратниковой. 2-е изд. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 471 с.

24. Победнов Ю.А., Мамаев А.А., Иванова М.С. К вопросу сенажирования и силосования люцерны с препаратами молочнокислых бактерий // Продовольственная безопасность сельского хозяйства в XXI веке. Жученковские чтения II: сб. науч. тр. М., 2016. Вып. 11(59). С. 180-188.

25. Ребиндер П.А. О формах связи воды с материалом в процессе сушки // Сборник материалов Всесоюзного совещания по интенсивности процессов и улучшению качества материалов при сушке в основных отраслях промышленности и сельского хозяйства. М., 1958. С. 14.

26. McKersie B., Buchanan-Smith J. Changes in the levels of proteolytic enzymes in ensiled alfalfa forage // Canadian Journal of Plant Science. 1982. V. 62. № 1. P. 111-116.

27. McKersie B.D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage // Agronomy Journal. 1983. V. 77. № 1. P. 81-86.

28. Dimitrova R. Einfluss einiger Konservierungsmethoden auf der Einweiss- und Aminosäurengehalt von Luzerne // XIII International Grassland Congress. Leipzig, GDR, Mai 18-27, 1977. Leipzig, 1977. S. 179-186.

Победнов Юрий Андреевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом консервирования и хранения кормов ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, тел.: 8-967-031-70-33, e-mail: yurypobednow@yandex.ru

Мамаев Антон Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, тел.: 8-916-451-60-20, e-mail: anton.mamaev@inbox.ru

Иванова Маргарита Сергеевна, аспирант ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства и агроэкологии имени В.Р. Вильямса», 141055, Московская область, г. Лобня, Научный городок, корпус 1, тел.: 8-925-354-90-51

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 2 февраля 2018 года

UDC 636.085.7

Pobednov Yury Andreevich[1], Mamaev Anton Aleksandrovich[1], Ivanova Margarita Sergeevna[1], Yurtaeva Ksenia Evgenievna[2]

[1] *FSBSI «Federal Scientific Center of Fodder Production and Agroecology named after V.R. Williams»*, e-mail: yurypobednow@yandex.ru

[2] *FSBEI HE «Russian State Agrarian University – MAA named after K.A. Timiryazev»,* e-mail: best_k@rambler.ru

Alfalfa silage with lactic acid bacteria preparations

Summary. Alfalfa is considered the ideal raw material for haylage, and it is believed that the preservation of feed is provided by «physiological dryness», which causes the moisture in the plants to be inaccessible to the unwanted microflora. According to this view, the food is preserved irrespective of the presence of sugar and protein in it, and, hence, from the degree of acidification. It is believed that in proportion to the increase in protein and pectin content in plants, the amount of water inaccessible to microbes also increases. However, it has been established that water bound by protein and pectin is the least bound water. Consequently, alfalfa, rich in protein and pectin, contains a lot of loosely bound water, even if it is dried to a solids content of ≥45 %. Against the background of an acute shortage of sugar and high buffer capacity, it is the reason for obtaining food unstable during storage. Our data showed that this defect can be corrected by accelerating the acidification of the dried substance dried to the specified dry matter content to a limit that excludes the development of butyric bacteria. It is achieved through the introduction of drugs based on osmotolerant strains of lactic acid bacteria. At the same time, the high buffering of the dried alfalfa, providing slower acidification in comparison with ensilage of the dried grasses, does not allow the possibility of its ensilage in poorly dried (<40 % dry matter) form.

In this case, strong dehydration of alfalfa serves as an intermediate conservation factor, which, under conditions of slow fermentation, prevents the development of butyric acid bacteria in the first stage of conservation, as well as the decomposition of amino acids to ammonia under the influence of proteolytic enzymes of plants.

Key words: Alfalfa, silage, microflora, degree of drying, active acidity (pH), proteolysis, preparations of lactic acid bacteria, Biotroph, Ferkon, Biosib.

УДК 633.11:631.582(470.56)

Влияние засорённости на урожайность яровой твёрдой пшеницы в системе двупольных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья

Ю.В. Кафтан, В.Ю. Скороходов, Д.В. Митрофанов, В.Н. Жижин

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

Аннотация. В рукописи рассмотрены результаты исследования (2011-2016 гг.) по засорённости посевов и её влиянии на урожайность яровой твёрдой пшеницы в беспаровых двупольных севооборотах на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья.

Впервые осуществлялся сопоставительный анализ засорённости в посевах яровой твёрдой пшеницы на многолетнем стационарном поле и воздействие малолетних и многолетних сорняков на изменение урожайности культуры. Изучено влияние метеорологических условий вегетационного периода, предшественников и минеральных удобрений на засорённость и урожайность посевов.

В процессе исследования применялась экспериментальная информация многолетнего стационарного опыта, заложенного в 1988 г., который ведётся на чернозёмных южных почвах в Оренбургском районе центральной зоны области.

Результаты исследований показали, что на засорённость посевов яровой твёрдой пшеницы в севооборотах с короткой ротацией в основном влияют погодные условия вегетационного периода, предшественники и вносимые минеральные удобрения. В среднем за шесть лет исследований наибольшие засорённость и урожайность наблюдаются в посевах яровой твёрдой пшеницы после гороха и кукурузы на силос. За это время определены благоприятные погодные условия вегетационного периода, наилучший предшественник – кукуруза на силос и эффективность минеральных удобрений в посевах яровой твёрдой пшеницы.

Для повышения урожайности культуры в двухпольных севооборотах авторы рекомендуют бороться с сорной растительностью специальными гербицидами, соблюдать правильную технологию возделывания, размещать посевы по лучшим предшественникам севооборотов и использовать районированные сорта для данной зоны выращивания.

Ключевые слова: зерновые, погодные условия, вегетационный период, севооборот, предшественник, урожайность, засорённость посевов, сорняки, фон питания.

Введение.

В земледелии одним из факторов, ограничивающих урожаи культурных растений, были сорные растения. Они создают напряжённые конкурентные отношения за свет, влагу, пищу и не дают сортам культурных растений реализовать свои потенциальные возможности.

Полностью уничтожить сорняки невозможно, так как в почве существует огромный запас семян и есть источники его пополнения. В связи с этим устранение действия сорных растений до хозяйственно неощутимого предела при минимальных энергетических затратах – важная задача. Для этого лучше всего использовать предупредительные меры. В частности необходимо знать видовой состав, биологические свойства, потенциальный запас семян в почве каждого вида сорняков. Всё это позволит подобрать наиболее эффективные агротехнические приёмы борьбы и конкурентноспособные сельскохозяйственные культуры [1, 2].

Согласно данным наших исследований, проводимых в 2002-2004 гг. в условиях сухостепной зоны Приуралья, в посевах яровой пшеницы было выявлено 15 видов сорных растений. Число видов сорняков изменялось по годам от 9 до 12. В агрофитоценозе яровой пшеницы встречались в основном сорняки, развивающиеся по многолетнему циклу (в среднем по годам – 53 %), а по яровому циклу – 47 %.

По данным, в агроценозе пшеничного поля наименьшее число видов отмечено в засушливом 2002 г., их количество увеличивалось к более влажным 2003 г. и особенно к 2004 г. Иными словами, во влажные годы количество видов сорняков в посевах возрастает по сравнению с засушливыми [3].

Агрофитоценоз – это сообщество культурных и сорных растений, в котором благодаря агротехническому воздействию поддерживается конкурентоспособность культуры и её доминирующее положение, а численность сорняков контролируется. Основными агротехническими приёмами борьбы с сорняками являются: правильное чередование культур; внедрение научно обоснованной системы обработки почвы; своевременное и качественное проведение всех полевых работ [3, 4].

По данным В.А. Захаренко, результаты обследования засорённости сельскохозяйственных угодий в стране показали, что в посевах яровых зерновых наибольший удельный вес занимают: ранние яровые – марь белая, виды пикульника; корнеотпрысковые – бодяк полевой, осот полевой, молокан татарский, вьюнок полевой; злаковые сорняки – овсюг, виды щетинника [3, 5].

Известно, что засорённость поля отрицательно влияет на всхожесть, а впоследствии – на урожайность культур и качество продукции. Однако, как выясняется на практике, мы не представляем масштабы ущерба от сорняков. Особенно сильно вредят посевам многолетние сорные растения. Данное исследование показывает, что высокое варьирование урожайности культур по элементарным участкам поля и снижение урожая с поля во многом могут быть обусловлены «куртинным» размещением сорняков по полю. Важнейшим элементом точного земледелия становится мониторинг засорённости посевов и своевременное превентивное уничтожение сорняков в более ранние фазы их развития, тем самым устраняя опасность иссушения верхнего слоя почвы весной до посева ранних, поздних культур, а также устранение неоднородности участков поля по обеспеченности растений водой и, в конечном итоге, по урожайности [6].

На основе массы надземных органов и содержания в них химических элементов (N, P, K) рассчитывается их вынос сорными растениями, произрастающими в посевах культурных растений, это изучали исследователи А.С. Ряховский, В.Н. Яичкин, Н.А. Корнева и Н.А. Сидельников [7].

Расположение сорных растений в порядке снижения общего выноса макроэлементов было следующим: вьюнок-осот-просо куриное. Данные по относительному выносу могут быть использованы для определения размеров отчуждения из почвы изучаемых элементов питания, для чего необходимо произведение двух величин – массы сорняков и относительного расхода ими азота, фосфора и калия [7].

Для разработки эффективных мер борьбы с сорняками необходимо выявить основные причины высокой засорённости посевов и почв, определить видовой состав сорняков в посевах сельскохозяйственных культур.

По обобщённым данным, средний уровень засорённости в России на разных культурах составляет около 15 % урожая, а потенциальные потери от сорняков оцениваются в размере 46 млн т зерновых единиц [8].

Борьба с сорняками одними агротехническими способами не всегда даёт желаемые результаты, поэтому для подавления и уничтожения многих видов сорняков используют гербициды.

В отдельные сухие годы количество малолетников бывает очень большим, но они недоразвиты и хорошо подавляются культурными растениями сплошного сева. Такая засорённость не представляет большой опасности и не требует применения гербицидов. Во влажные годы в мае-июне однолетние сорняки хорошо конкурируют с культурными растениями, поэтому в данном случае следует применять гербициды [9].

Описание основных видов сорных растений отмечается в работах В.Н. Никитина [10] и Ф.Ф. Фисюнова [11], но подобного многообразия сорняков мы не обнаружили в нашем исследовании.

В настоящее время на базе длительного стационарного опыта ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН) исследования проводятся в системе интенсивного (плодосменного) земледелия.

Цель исследования.

Изучить влияние засорённости на урожайность яровой твёрдой пшеницы в двупольных севооборотах.

Материалы и методы исследования.

Объект исследования. Яровая твёрдая пшеница Оренбургская 10 в севооборотах с короткой ротацией.

Характеристика территорий, природно-климатические условия. Многолетний длительный стационар по севооборотам и бессменным посевам находится в центральной зоне Оренбургской области. В ней располагается Оренбургский район, где исследования ведутся в двух десятках километров от города Оренбурга.

Погодные условия вегетационного периода яровой твёрдой пшеницы за годы исследования по данным Оренбургского Гидрометцентра:

1) в 2011 г. выпало 138 мм осадков (среднемноголетняя норма – 155 мм), что составляет 89 % от нормы. Среднесуточная температура воздуха поднимается до +20,3 °С, а число суховейных дней составляет 59. Год характеризуется как средне засушливый, где гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова равняется 0,59.

2) в 2012 г. – 94 мм осадков (61 % от нормы). Среднесуточная температура воздуха составляет +23,0 °С, а число суховейных дней за этот период – 75. Год – острозасушливый (гидротермический коэффициент = 0,34).

3) в 2013 г. – 216 мм осадков (139 % от нормы). Среднесуточная температура воздуха – +20,6 °С, а число суховейных дней – 63. Год оценивается как недостаточно влажный, где гидротермический коэффициент = 0,82.

4) в 2014 г. – 63 мм осадков (41 % от нормы). Среднесуточная температура воздуха – +21,0 °С, а число суховейных дней за этот период – 73. Год – сильно засушливый (гидротермический коэффициент = 0,24).

5) в 2015 г. – 127 мм осадков (82 % от нормы). Среднесуточная температура воздуха – +19,9 °С, а число суховейных дней – 63. Год определяется как средне засушливый, где гидротермический коэффициент = 0,57.

6) в 2016 г. – 86 мм осадков (55 % от нормы). Среднесуточная температура воздуха доходит до +21,1 °С, а число суховейных дней за этот период – 84. Год – сильно засушливый (гидротермический коэффициент = 0,38).

Схема эксперимента.

Схема опыта представлена тремя вариантами:

1) зерновой севооборот (яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница) (контроль);

2) зернопропашной севооборот (яровая твёрдая пшеница, кукуруза на силос);

3) зерновой севооборот (яровая твёрдая пшеница, горох).

Исследование проводилось с 2011 по 2016 годы отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН на многолетнем длительном стационаре, который основан в 1988 г.

Опыт проходил на удобренном фоне и неудобренном. Поперёк на определённой части делянки под основную обработку вносили азот и фосфор по 40 кг действующего вещества на 1 га, а другая часть делянки изучалась без удобрений. Повторность опыта – четырёхкратная, размер делянок – ширина 7,2 м, длина 90 м, где удобренного и неудобренного фона – 30 м и 60 м соответственно.

Норма высева для яровой твёрдой пшеницы сорт Оренбургская 10 составляла 4,00 млн шт. всхожих семян на 1 га или 160 кг на 1 га.

Учёт засорённости посевов проводили на закреплённых площадках размером 1 м^2, в десяти точках на первом и третьем повторении опыта, количественным и весовым методом в периоды всходов и уборки.

В посевах яровой твёрдой пшеницы на опытном участке встречались из однолетних сорных растений: щирица запрокинутая, щирица жминдовидная, щетинник сизый (мышей сизый), просо куриное, марь белая (лебеда), гречишка вьюнковая (горец вьюнковый); из многолетних: бодяк полевой (осот розовый), осот полевой (осот жёлтый), молокан татарский (латук татарский), вьюнок полевой, молочай лозный, пырей ползучий.

Посев твёрдой пшеницы проводили зернотуковой прессовой сеялкой, а урожайность зерна учитывался комбайном. Учётная площадь на делянках составляла на удобренном и неудобренном фонах питания 60 м^2 и 120 м^2.

Агротехника яровой твёрдой пшеницы в опыте – общепринятая для центральной зоны Оренбургской области.

Оборудование и технические средства. Подсчёт количества сорных растений проводили количественным методом с помощью учётных рамок (Россия) размером 0,25 см^2 в полевых условиях. При подсчёте массы сорных растений применяли весовой метод с помощью бытовых весов (Россия). Сеялка СЗП-3,6 (Россия), селекционный комбайн «Terrion SR2010» («SAMPO ROSENLEW», Финляндия).

Статистическая обработка. Результаты данных опыта обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью программы «Statistica 6.1» («Stat Soft Inc.», США).

Результаты исследования.

Засорённость посевов яровой твёрдой пшеницы после мягкой пшеницы, кукурузы на силос и гороха изучалась за шесть лет исследований в двупольных беспаровых севооборотах. В недостаточно влажном 2013 г. в посевах яровой твёрдой пшеницы после гороха наблюдается высокая засорённость однолетними растениями как в период всходов, так и в период уборки, составила 117,0; 55,0 шт./м^2 на удобренном и 110,0; 52,0 шт./м^2 – неудобренном фонах питания (табл. 1).

В засушливых 2012, 2014 и 2016 гг. на посевах яровой твёрдой пшеницы по предшественникам (кукуруза на силос, яровая мягкая пшеница) количество однолетних растений – значительно ниже, чем после гороха, как в период всходов, так и в период уборки и составила от 40,0 до 49,0 и 20,0-34,0 шт./м^2 на удобренном, и от 30,0 до 40,0 и 16,0-23,0 шт./м^2 – на неудобренном фонах питания.

За годы исследования засорённость посевов яровой твёрдой пшеницы многолетними растениями находится на определённом уровне в периоды всходов и уборки от 3,0 до 9,0 и 2,0-6,0 шт./м^2 на удобренном, и от 3,0 до 7,0 и 1,0-4,0 шт./м^2 – на неудобренном фоне соответственно.

В среднем за шесть лет отмечается максимальная засорённость однолетними и многолетними растениями на третьем варианте опыта из-за предшественника и сложившихся погодных условий в период вегетации культуры, где количество их в посевах яровой твёрдой пшеницы составляет на удобренном фоне 67,0; 41,0 и 8,0-5,0 шт./м^2 и неудобренном – 57,0; 30,0 и 5,0-4,0 шт./м^2 (табл. 2).

Низкое количество этих растений отмечается на втором и первом вариантах исследования, в зернопропашном и зерновом севооборотах по исследуемым срокам составила 55,0; 27,0 и 5,0-2,0 шт./м^2 на удобренном и 46,0; 23,0 и 3,0-2,0 шт./м^2 – неудобренном фонах питания. Это снижение засорённости в исследовании объясняется правильным чередованием культур в севооборотах с короткой ротацией.

Таблица 1. **Засорённость посевов яровой твёрдой пшеницы в двупольных севооборотах, шт./м^2**

№ варианта	Севооборот	Годы	Число растений					
			в период всходов			в период уборки		
			однолетние	многолетние	сумма	однолетние	многолетние	сумма
1 (контроль)	Зерновой (яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница)	2011	55,0 / 40,0	5,0 / 3,0	60,0 / 43,0	32,0 / 20,0	3,0 / 2,0	35,0 / 22,0
		2012	46,0 / 36,0	6,0 / 4,0	52,0 / 40,0	34,0 / 22,0	3,0 / 2,0	37,0 / 24,0
		2013	99,0 / 90,0	4,0 / 3,0	103,0 / 93,0	45,0 / 44,0	2,0 / 1,0	47,0 / 45,0
		2014	47,0 / 39,0	5,0 / 3,0	52,0 / 42,0	29,0 / 23,0	2,0 / 2,0	31,0 / 25,0
		2015	50,0 / 46,0	4,0 / 3,0	54,0 / 49,0	38,0 / 27,0	2,0 / 2,0	40,0 / 29,0
		2016	49,0 / 40,0	3,0 / 3,0	52,0 / 43,0	27,0 / 20,0	2,0 / 2,0	29,0 / 22,0
2	Зернопропашной (яровая твёрдая пшеница, кукуруза на силос)	2011	50,0 / 36,0	5,0 / 4,0	55,0 / 40,0	25,0 / 18,0	3,0 / 2,0	28,0 / 20,0
		2012	40,0 / 30,0	6,0 / 5,0	46,0 / 35,0	20,0 / 16,0	4,0 / 3,0	24,0 / 19,0
		2013	105,0 / 100,0	8,0 / 3,0	113,0 / 103,0	53,0 / 50,0	5,0 / 2,0	58,0 / 52,0
		2014	42,0 / 30,0	6,0 / 4,0	48,0 / 34,0	21,0 / 16,0	3,0 / 2,0	24,0 / 18,0
		2015	48,0 / 42,0	7,0 / 4,0	55,0 / 46,0	24,0 / 21,0	3,0 / 3,0	27,0 / 24,0
		2016	43,0 / 35,0	5,0 / 5,0	48,0 / 40,0	21,0 / 18,0	3,0 / 3,0	24,0 / 21,0
3	Зерновой (яровая твёрдая пшеница, горох)	2011	58,0 / 48,0	7,0 / 5,0	65,0 / 53,0	34,0 / 22,0	4,0 / 3,0	38,0 / 25,0
		2012	46,0 / 38,0	8,0 / 7,0	54,0 / 45,0	36,0 / 24,0	5,0 / 4,0	41,0 / 28,0
		2013	117,0 / 110,0	9,0 / 4,0	126,0 / 114,0	55,0 / 52,0	6,0 / 3,0	61,0 / 55,0
		2014	57,0 / 39,0	7,0 / 5,0	64,0 / 44,0	49,0 / 28,0	4,0 / 4,0	53,0 / 32,0
		2015	68,0 / 57,0	8,0 / 6,0	76,0 / 63,0	43,0 / 30,0	5,0 / 4,0	48,0 / 34,0
		2016	57,0 / 48,0	6,0 / 5,0	63,0 / 53,0	28,0 / 23,0	5,0 / 4,0	33,0 / 27,0

Примечание: в числителе – удобренный фон, в знаменателе – неудобренный

Весовой анализ сорных растений по всем севооборотам опыта и фонам питания показал, что основную массу составляют однолетники, особенно в посевах яровой твёрдой пшеницы после гороха в результате её наибольшей засорённости. Во всех вариантах исследования в сравнении с однолетними сорными растениями многолетники имеют небольшую воздушно-сухую массу из-за малого их количества в посевах яровой твёрдой пшеницы.

Таблица 2. **Засорённость посевов яровой твёрдой пшеницы в севооборотах с короткой ротацией (среднее за 2011-2016 гг.)**

№ варианта	Севооборот	Число растений, шт/м^2						Масса растений, г/м^2		
		в период всходов			в период уборки					
		однолетние	многолетние	сумма	однолетние	многолетние	сумма	однолетние	многолетние	сумма
1 (контроль)	Зерновой	58,0 / 49,0	5,0 / 3,0	63,0 / 52,0	34,0 / 26,0	2,0 / 2,0	36,0 / 28,0	33,6 / 27,4	5,6 / 4,0	39,2 / 31,4
2	Зернопропашной	55,0 / 46,0	6,0 / 4,0	61,0 / 50,0	27,0 / 23,0	4,0 / 3,0	31,0 / 26,0	35,1 / 26,0	4,6 / 3,5	39,7 / 29,5
3	Зерновой	67,0 / 57,0	8,0 / 5,0	75,0 / 62,0	41,0 / 30,0	5,0 / 4,0	46,0 / 34,0	54,7 / 44,0	5,5 / 4,2	60,2 / 48,2

Примечание: в числителе – удобренный фон, в знаменателе – неудобренный

За 2011-2016 гг. исследований урожайность яровой твёрдой пшеницы в последействии яровой мягкой пшеницы и гороха на удобренном фоне варьировала от 0,13 т до 1,31 т с 1 га, а неудобренном – 0,21-1,14 т с 1 га (табл. 3).

Таблица 3. **Урожайность яровой твёрдой пшеницы в двупольных севооборотах, т с 1 га**

№ варианта, севооборот, предшественник	Фон питания	Годы						Среднее	Среднее по вариантам
		2011	2012	2013	2014	2015	2016		
1. Зерновой, яровая мягкая пшеница (контроль)	удобренный	1,21	0,55	0,89	0,30	–	0,54	0,70	0,67
	неудобренный	1,12	0,39	0,71	0,70	–	0,21	0,63	–
2. Зернопропашной, кукуруза на силос	удобренный	1,17	0,62	0,83	0,60	–	0,59	0,76	0,73
	неудобренный	1,13	0,48	0,65	1,00	–	0,20	0,69	–
3. Зерновой, горох	удобренный	1,31	0,57	0,68	0,40	–	0,13	0,62	0,65
	неудобренный	1,14	0,41	0,63	0,90	–	0,34	0,68	–
$НСР_{005}$		0,16	0,03	0,19	0,14	–	0,82	–	–
$НСР_{005}$ АВ=0,16		$НСР_{005}$ А=0,13			$НСР_{005}$ В=0,16				

Примечание: Фактор А – удобрение, фактор В – предшественник,
фактор АВ – взаимодействие удобрения и предшественника

В 2011 г. наблюдается наибольшая урожайность по всем вариантам опыта, это происходит из-за низкой засорённости посевов и сложившихся благоприятных погодных условий в вегетационный период культуры, после интенсивных засух в 2009 и 2010 гг.

В среднезасушливом 2015 г. урожайность яровой твёрдой пшеницы полностью отсутствует по всем предшественникам. Основными причинами низкой урожайности являются засуха, низкие запасы продуктивной влаги в почве перед посевом и высокая засорённость просовидными сорняками. В результате урожай яровой твёрдой пшеницы полностью погиб.

В среднем за годы исследований получена урожайность яровой твёрдой пшеницы после яровой мягкой пшеницы и гороха на удобренном фоне 0,70-0,62 т с 1 га и неудобренном – 0,63 и 0,68 т с 1 га. По пропашному предшественнику (кукуруза на силос) она составила на удобренном 0,76 т и неудобренном – 0,69 т с 1 га. За этот же период по предшественникам наблюдается практически одинаковая урожайность яровой твёрдой пшеницы после яровой мягкой пшеницы – 0,67 т и гороха – 0,65 т с 1 га, а по предшественнику кукурузе составила 0,73 т с 1 га.

Результаты урожайности и засорённости посевов яровой твёрдой пшеницы после кукурузы на силос изображены на рисунке 1.

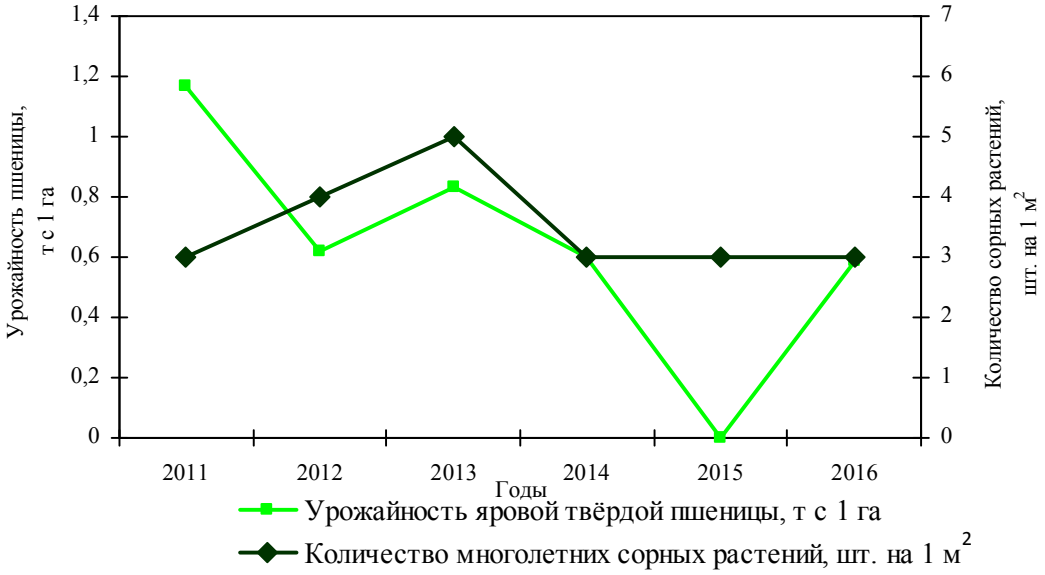


Рис. 1. – Влияние многолетних сорных растений на урожайность яровой твёрдой пшеницы по удобренному фону питания

Обсуждение полученных результатов.

В результате проведённого исследования установлено, что причиной низкой сорной растительности являются погодные условия и предшественники. За вегетационный период культуры после кукурузы на силос и яровой мягкой пшеницы в засушливые 2012, 2014 и 2016 гг. выпадает в среднем 81 мм осадков при среднемноголетней норме 155 мм. Одновременно отмечается высокая температура воздуха – до +25,8 °С. Это приводит к тому, что большая часть семян однолетних и многолетних растений не прорастает, находясь в верхнем слое почвы. Кукуруза на силос является положительным предшественником яровой твёрдой пшеницы, так как при своевременном посеве в оптимальные сроки и правильном соблюдении междурядных обработок почвы происходит очищение поля от различных сорняков. При соблюдении верной технологии возделывания яровой мягкой пшеницы возникает хорошая угнетающая способность культуры к сорным растениям. Во влажный 2013 г., наоборот, частое выпадение осадков от 8 до 110 мм и оптимальные температуры воздуха от +17,4 до +22,5 °С за вегетационный период приводят к благоприятному развитию однолетних растений, которые при больших запасах семян в почве начинают прорастать и наносить вред урожаю яровой твёрдой пшеницы, что подтверждается нашими исследованиями [12, 13].

Предшественник горох способен подавлять однолетние и многолетние растения в основном в начале вегетации, но когда прекращается рост культуры, они поднимаются из нижней части яруса и засоряют посевы, что затрудняет уборку, это наблюдение отмечается в нашем опыте и исследовании В.Ю. Скороходова [14]. Наибольшая засорённость в посевах яровой твёрдой пшеницы после гороха объясняется тем, что после основных обработок почвы (вспашка) с начала закладки стационара (1988 г.) происходит активное размножение однолетних и многолетних растений в зерновом двухпольном севообороте.

К периоду уборки в посевах яровой твёрдой пшеницы отмечается снижение количества однолетних и многолетних растений за счёт конкурентной способности к ним (угнетение и подавление) и сложившихся неблагоприятных метеорологических условий вегетационного периода (засуха и суховеи).

В опыте одним из факторов, влияющим на засорённость посевов однолетними и многолетними растениями, является внесение минеральных удобрений. Применение их в двухпольных севооборотах приводит к увеличению количества растений и их массы как на удобренном, так и на неудобренном фонах питания.

Результаты исследования показали, что количество однолетних и многолетних растений зависит от погодных условий вегетационного периода, предшественников и удобрений.

В результате проведения математической обработки по урожайности с помощью дисперсионного анализа двухфакторного опыта видно, что по фактору А ($НСР_{005}$ А=0,13 – удобрение) и фактору В ($НСР_{005}$ В=0,16 – предшественник) разница существенна между вторым вариантом и контролем на двух фонах питания в 2014 г. и наблюдалась несущественная разность по остальным годам. Таким образом, повышение урожайности яровой твёрдой пшеницы обусловлено влиянием второго варианта исследования с помощью удобрений и предшественника в сильно засушливом 2014 г. Это объясняется тем, что происходит активное влияние минеральных удобрений и пропашного предшественника (кукуруза на силос) на увеличение урожайности культуры за счёт больших весенних запасов продуктивной влаги в почве после влажного 2013 г. и низкой засорённости посевов однолетними и многолетними растениями.

Из графика (рис. 1) видно, что в засушливые 2011 и 2012 гг. просматривается увеличение числа многолетних растений и уменьшение урожайности. Это связано с устойчивостью сорных растений к засухе, которая приводит к угнетению посевов. Так, например, из многолетних сорняков вьюнок полевой накручивается на стебель яровой твёрдой пшеницы и приводит к полеганию культуры. В последующий влажный 2013 г. отмечается обратная картина, то есть происходит возрастание засорённости и урожайности посевов культуры. Этот факт объясняется тем, что складываются все благоприятные погодные условия в период вегетации растений, что служит равномерному формированию и развитию сорной растительности и яровой твёрдой пшеницы. В другие засушливые 2014, 2015 и 2016 гг. эти растения оказываются на одном уровне, где сначала урожайность снижается, а потом поднимается. Это увязывается с тем, что многолетние растения истощали посевы яровой твёрдой пшеницы путём забора продуктивной влаги из почвы и поглощением минеральных веществ (N, P, K) на удобренном фоне. Здесь важную роль играют количество выпавших осадков и температура почвы, где они влияют на эффективность минеральных удобрений, которые необходимы для увеличения урожая культуры.

За период исследований рассматривалась различная реакция яровой твёрдой пшеницы на минеральные удобрения. В сильно засушливый 2014 г. применение удобрений привело к отрицательному эффекту. Небольшая прибавка урожайности от минеральных удобрений (0,33 и 0,39 т с 1 га) получена в засушливом 2016 г. на посевах яровой твёрдой пшеницы после предшественника яровой мягкой пшеницы и кукурузы на силос. Такое наблюдение отмечается и в нашем исследовании по продуктивности двухпольных севооборотов, где от применения минеральных удобрений отсутствовал эффект при чередовании яровой твёрдой пшеницы с горохом, кукурузы на силос и давал незначительную прибавку урожайности культуры в севообороте с яровой мягкой пшеницей [15].

По данным Максютова Н.А. и других, внесение минеральных удобрений ($N_{40}P_{40}$ кг действующего вещества на 1 га) под непаровые предшественники обеспечивает прибавку зерна яровой твёрдой пшеницы за 21 год 11 раз, после кукурузы за 23 года – 11 и после гороха – 8 раз [16].

Основной причиной снижения урожайности яровой твёрдой пшеницы в двухпольных зернопропашных и зерновых севооборотах является засорённость посевов как однолетними, так и многолетними растениями, что требует ежегодного применения гербицидов.

Выводы.

1. На засорённость посевов яровой твёрдой пшеницы однолетними и многолетними растениями в двупольных беспаровых севооборотах оказывают влияние предшественники, минеральные удобрения и погодные условия вегетационного периода растений. Благоприятным предшественником для сорной растительности в посевах яровой твёрдой пшеницы является горох, это объясняется биологическими особенностями этой культуры. Применение минеральных удобрений приводит к наибольшему увеличению однолетних (10-11 шт./м^2) и многолетних (1-3 шт./м^2) растений на третьем варианте опыта (яровая твёрдая пшеница-горох) по сравнению с другими вариантами. Во влажный год количество и масса в основном всех растений увеличивается в посевах, а в засушливые годы уменьшается. Многолетние растения находятся на одном определённом уровне в сухие периоды. Таким образом, это необходимо учитывать для прогнозирования урожайности изучаемой культуры в засушливых условиях Оренбургской области.

2. В результате проведённого исследования видно, что урожайность культуры зависит от сложившихся метеорологических условий, засорённости посевов, эффективности минеральных удобрений и правильно выбранного предшественника (кукуруза на силос), который может привести к увеличению продуктивности яровой твёрдой пшеницы в севооборотах с короткой ротацией. Для более эффективного повышения урожайности следует использовать в посевах против сорной растительности специальные гербициды, районированные сорта и соблюдать правильную технологию возделывания культуры для данной зоны.

Исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2018-2020 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2018-0029)

Литература

1. Безвершенко Т.И., Аяпова А.Т. Численность и ботанический состав сорных видов растений в посевах подсолнечника // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию ГНУ Оренбургского НИИСХ. Оренбург, 2012. С. 247-253.

2. Попов А.В. Сорные растения Оренбургской области. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 1997. 237 с.

3. Уракчинцева Г.В. Численность и проективное покрытие сорняков в посевах пшеницы // Повышение эффективности сельскохозяйственного производства в степной зоне Урала: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию ГНУ Оренбургского НИИСХ. Оренбург, 2012. С. 153-157.

4. Казаков Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье // Проблемы повышения продуктивности полевых культур: сб. науч. тр. СГСХА. Самара: СГСХА, 1998. С. 64-65.

5. Захаренко В.А. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия. М.: Изд-во ТСХА, 2000. 468 с.

6. Бакиров Ф.Г. Борьба с сорняками – важный элемент точного земледелия // Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики: материалы междунар. науч.-практ. конф. Оренбург, 2012. Ч. 1. С. 6-10.

7. Вынос химических элементов зерновыми культурами и сорными растениями / А.С. Ряховский, В.Н. Яичкин, Н.А. Корнева, Н.А. Сидельников // Наука и хлеб: сб. науч. работ. Оренбург: ОНИИСХ, 2002. Вып. 9. С. 250-254.

8. Артохин К.С. Сорные растения. М.: Печатный город, 2007. 176 с.

9. Максютов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург: Печатный дом «Димур», 2008. 232 с.

10. Никитин В.В. Сорные растения флоры СССР. Л.: Наука, 1983. 453 с.

11. Фисюнов А.Ф. Сорные растения. М.: Колос, 1984. 340 с.

12. Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Скороходов В.Ю. Влияние засорённости посевов на урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от вида предшественника и фона питания на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. тр. Оренбург, 2010. С. 214-219.

13. Кафтан Ю.В., Митрофанов Д.В. Виляние засорённости посевов на урожайность яровой мягкой пшеницы В Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 3(59). С. 17-19.

14. Скороходов В.Ю. Эффективность короткоротационных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья: дис. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2005. 170 с.

15. Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Скороходов В.Ю., Жижин В.Н. Продуктивность двупольных севооборотов на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Вестник мясного скотоводства. 2012. № 2(76). С. 117-121.

16. Максютов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.Р. Повышение плодородия почвы, урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Оренбург, 2012. 332 с.

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

Скороходов Виталий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-906-845-87-45, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

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

Жижин Виталий Николаевич, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 8-919-845-74-66, e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Поступила в редакцию 16 февраля 2018 года

UDC 633.11:631.582(470.56)

Kaftan Yury Vasilyevich, Skorokhodov Vitaly Yuryevich, Mitrofanov Dmitry Vladimirovich, Zhizhin Vitaly Nikolaevich

FSBSI «Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences», e-mail: maksyutov.n@mail.ru

Influence of weediness on productivity of spring hard wheat in the system of two-field crop rotations on chernozems of southern Orenburg Cis-Urals

Summary. The manuscript considers the results of a study (2011-2016) on weediness and its effect on the yield of spring hard wheat in permanent two-field crop rotations on chernozems of the southern Orenburg Cis-Urals.

For the first time, weediness in the sowings of spring hard wheat at a multi-year stationary field and the effect of young and perennial weeds on the change of crop yields were analyzed in the comparative aspect. The influence of meteorological conditions of the growing season, predecessors and mineral fertilizers on weediness and yield of crops was studied.

In the course of research, experimental information obtained after many-year stationary experiment started in 1988 was used, it was conducted on chernozem southern soils in the Orenburg region of the central zone of the region.

The results of research showed that impurities in sowing of spring hard wheat with short rotations is mainly influenced by weather conditions of the growing season, predecessors and introduced mineral fertilizers. On average, during six years of research, the greatest content of impurities and crop yield are observed in spring hard wheat after peas and corn for silage. During this period, favorable weather conditions of the vegetation period and effective mineral fertilizers for spring hard wheat are determined. The best predecessor is corn for silage.

In order to increase crop yield in two-field rotations, the authors recommend combating weed vegetation with special herbicides, observing proper cultivation technology, placing crops on the best crop predecessors and using zoned varieties for this growing area.

Key words: grain, weather conditions, vegetation period, crop rotation, predecessor, yield, weediness of crops, weeds, feed background.

УДК 637.517(470.61)

Эффективность производства говядины в Ростовской области

И.Ф. Горлов[1], О.П. Шахбазова[2], Р.Г. Раджабов[2], Н.В. Иванова[2], Д.А. Мосолова[3]

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

[2] ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

[3] ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова»

Аннотация. В статье отражено современное состояние производства говядины в Ростовской области. На современном этапе приоритетной задачей АПК РФ является обеспечение населения мясом и мясными продуктами, увеличение мясных ресурсов, и поэтому основная государственная задача – повышение мясной продуктивности КРС при улучшении качества продукции.

На Дону развитию мясного скотоводства способствуют такие факторы, как благоприятные природно-климатические условия, высокая обеспеченность сельскохозяйственными и трудовыми ресурсами, хорошо развитая транспортная инфраструктура. Существенный потенциал развития мясного скотоводства существует и в северо-западной зоне области. В этих районах имеется более 500 тыс. га пастбищ с возможностью разведения 150 тыс. голов мясного скота. Таким образом, за счёт этих районов Ростовская область может успешно разводить и обеспечить кормами около 400 тыс. скота мясных пород. Это позволит примерно в 10 раз увеличить численность скота мясных пород и обеспечить рентабельность производства говядины. Производство мяса КРС в Ростовской области за последнее время является убыточным, что обусловлено низкими продуктивными показателями животных, монопольным положением предприятий перерабатывающей промышленности, ростом цен на сырьё (корма) и электроэнергию по сопоставлению с ценами на животноводческую продукцию.

В статье также проанализирована динамика численности поголовья крупного рогатого скота и производства говядины. Обозначены перспективные направления производства говядины.

Таким образом, для ускоренного развития мясного скотоводства Ростовской области необходимо эффективное использование имеющихся ресурсов, генофонда интенсивных пород, а также последовательная государственная поддержка региональных программ и привлечение инвестиций для реализации крупных проектов.

Ключевые слова: мясное скотоводство, говядина, порода скота, производство мяса, продукция скотоводства, кормовая база, государственная поддержка.

Введение.

На современном этапе приоритетной задачей АПК РФ является обеспечение населения мясом и мясными продуктами, увеличение мясных ресурсов, и поэтому основной государственной задачей является повышение мясной продуктивности КРС при улучшении качества продукции.

Развитие скотоводства в России, повышение эффективности и конкурентоспособности производства мяса крупного рогатого скота, экономия ресурсов и снижение затрат – проблемы, с годами не теряющие своей актуальности и по-прежнему полностью не решённые.

Цель работы. Анализ экономической эффективности производства говядины в Ростовской области.

В России общее поголовье КРС (молочных, мясомолочных и мясных пород) на конец 2016 года составило 18,7 млн голов. На протяжении ряда лет происходит сокращение поголовья скота. Так, в 2016 году по отношению к 2015 году поголовье сократилось на 1,6 %, к 2014 – на 3,7 %, а к 2013 – на 5,1 % [1].

В последнее время регион с самым большим поголовьем КРС – республика Башкортостан (1,12 млн гол.). Доля республики в общем поголовье КРС в России составляет 5,8 %. Второе место в стране по численности скота занимает республика Татарстан (1,03 млн гол.). Её доля в общероссийском поголовье – 5,3 %.

Пятое место в рейтинге по численности КРС занимает Ростовская область с численностью скота 0,58 млн голов. Скотоводство в этом регионе является традиционной отраслью животноводства. В доперестроечном 1990 году в Ростовской области насчитывалось 2,19 млн голов КРС, в 2000 – 0,62 млн голов, 2016 году – 0,58 млн голов. По численности поголовья КРС Ростовская область ещё не достигла уровня 2000 года.

Основная доля поголовья КРС в Ростовской области сосредоточена в хозяйствах населения (66,4-69,8 %), что говорит о децентрализации животноводческого комплекса Ростовской области, которая проявляется из-за значительной доли мелкотоварного сектора. Численность поголовья КРС в Ростовской области в хозяйствах всех категорий отражена в таблице 1, рисунке 1.

Таблица 1. **Численность поголовья КРС в Ростовской области, тыс. гол.***

Годы	Категории хозяйств							
	все хозяйства		сельскохозяйственные предприятия		крестьянские (фермерские) хозяйства		хозяйства населения	
	голов	%	голов	%	голов	%	голов	%
2013	622,03	100,0	119,69	19,3	89,16	14,3	413,18	66,4
2014	617,54	100,0	106,53	17,3	84,55	13,7	426,47	69,0
2015	590,6	100,0	102,5	17,3	76,1	12,9	412,0	69,8
2016	580,6	100,0	94,9	16,3	81,2	14,0	404,5	69,7

Примечание: * – по данным Росстата

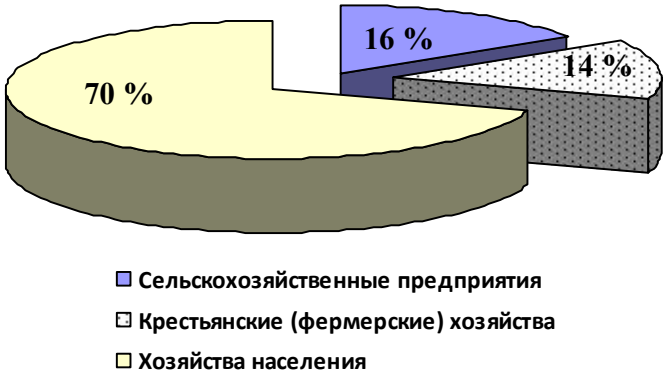


Рис. 1 – Структура поголовья КРС в Ростовской области в 2016 г., %

Данные таблицы показывают негативную тенденцию к сокращению поголовья в сельхозпредприятиях по причине переориентации части животноводческих хозяйств на производство растениеводческой продукции. Практика показывает, что наиболее эффективны и устойчивы крупные хозяйства по производству мяса КРС. Им легче привлечь кредиты и применять современные технологии. Мелкие хозяйства более подвержены рискам ведения производства. Хозяйства населения могут быть эффективны в кооперации с крупными хозяйствами или между собой.

Одним из важнейших показателей, характеризующих продовольственную безопасность региона, является уровень самообеспечения основными видами сельхозпродукции. По данным статистики, область обеспечена сверх потребностей такими видами продукции, как зерно, яйца, овощи (588 %, 135 %, 100 % соответственно). А уровень самообеспечения по производству мяса всех видов в области составляет всего 82 %.

По данным Росстата в Ростовской области за 2016 год объём производства мяса скота на убой в живом весе в хозяйствах всех категорий вырос на 13,3 % по сравнению с 2013 годом, составив 93,7 тыс. т (табл. 2).

Таблица 2. **Производство скота на убой в живом весе в хозяйствах всех категорий в Ростовской области, тыс. т ***

Годы	Категории хозяйств							
	все хозяйства		сельскохозяйственные предприятия		крестьянские (фермерские) хозяйства		хозяйства населения	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
2013	82,7	100,0	12,9	15,6	6,0	7,3	63,8	77,1
2014	89,3	100,0	13,8	15,5	10,1	11,3	65,3	73,2
2015	94,4	100,0	10,0	10,6	13,4	14,2	71,0	75,2
2016	93,7	100,0	9,7	10,3	13,5	14,4	70,6	75,3

Примечание: * – по данным Росстата

В настоящее время хозяйства населения являются основными производителями данного вида продукции животноводства. В К(Ф)Х за последние 4 года произошло увеличение производства продукции более чем в два раза.

По производству скота на убой в живом весе Ростовская область занимает второе место в ЮФО после Краснодарского края (рис. 2).

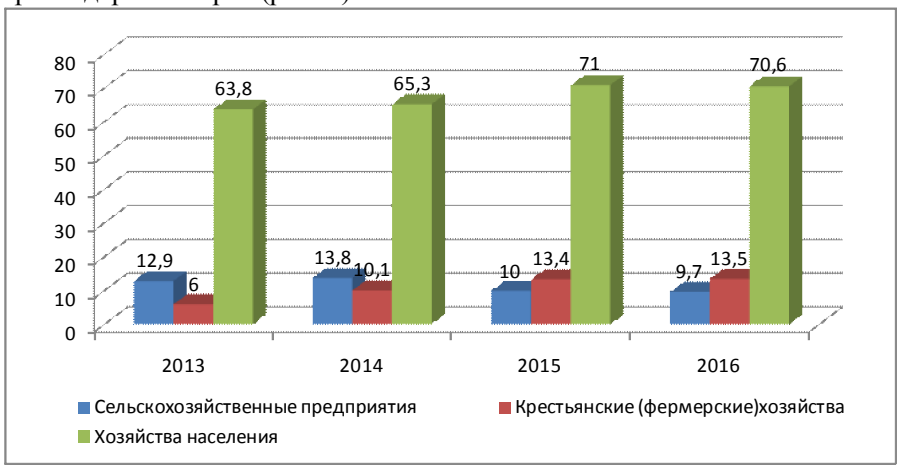


Рис. 2 – Производство скота на убой в живом весе в хозяйствах всех категорий в Ростовской области, тыс. т

По мнению многих исследователей для удовлетворения потребностей населения в говядине необходимо высокими темпами развивать мясное скотоводство. Это направление животноводства является одним из наиболее перспективных элементов развития сельского хозяйства, это – отрасль больших возможностей. Ее достоинствами являются:

- меньшая по сравнению с другими отраслями животноводства трудоёмкость и металлоёмкость;
- не требуется капитальных затрат на строительство дорогостоящих помещений;
- не требуются дорогостоящие корма, скот хорошо использует пастбищные корма (на зернофураж приходится около 29 % по питательности от всего расхода кормов на стадо, включая и откорм);
- для эффективного ведения отрасль не нуждается в больших энергозатратах.

На Дону развитию мясного скотоводства способствуют и такие факторы, как благоприятные природно-климатические условия, высокая обеспеченность сельскохозяйственными и трудовыми ресурсами, хорошо развитая транспортная инфраструктура.

Разведением скота мясных пород традиционно занимались в восточных районах Ростовской области (Ремонтненский, Заветинский, Зимовниковский, Орловский, Пролетарский, Сальский, Дубовский). Только в этих семи районах сосредоточено более 900 тыс. га естественных угодий. Согласно научно обоснованным расчётам, потребность в пастбище в условиях засушливой степи на одну условную голову скота составляет 3-5 га, из этого следует, что только в восточной зоне области можно обеспечить кормами и успешно разводить около 250 тыс. животных.

Существенный потенциал развития мясного скотоводства имеется и в северо-западной зоне области. В этих районах имеется более 500 тыс. га пастбищ с возможностью разведения 150 тыс. голов мясного скота. Таким образом, за счёт этих районов Ростовская область может успешно разводить около 400 тыс. скота мясных пород и обеспечить их кормами. Это позволит примерно в 10 раз увеличить численность скота мясных пород и обеспечить рентабельность производства говядины. Даже при удовлетворительной организации труда в мясном скотоводстве производство говядины всегда более прибыльно, чем в молочном. Достигается это за счёт более продолжительного пастбищного периода в течение года. При использовании пастбищ стоимость 1 корм. ед. в 1,5-2 раза дешевле, чем при использовании зелёной массы трав при скармливании их из кормушки [2-4].

Для создания эффективного производства говядины нужно иметь развитую кормовую базу, основанную на кормах собственного производства. Именно в соответствии с возможностями кормовой базы должны планироваться размеры ферм и количество поголовья. Например, если в хозяйстве с 1 га сельхозугодий производится 28-30 ц корм. ед., то в расчёте на 100 га можно содержать 110-120 голов мясного скота. При производстве с 1 га 40-45 ц корм. ед. – 150-160 голов [5, 6].

Значительно повысить эффективность кормовой базы хозяйства позволяет создание культурных пастбищ, они могут обеспечить рост урожайности трав до 10 раз, что даёт возможность увеличить количество скота на 1 га пастбищ в 3-4 раза и в 2-3 раза – на 1 рабочего.

Таблица 3. **Расход кормов по скоту в расчёте на 1 условную голову КРС в Ростовской области, ц корм. ед.***

Годы	Хозяйства всех категорий		Сельскохозяйственные организации	
	всего	в т. ч. концентрированные корма	всего	в т. ч. концентрированные корма
2013	30,75	14,47	24,83	16,42
2014	31,57	14,75	24,83	16,95
2015	31,87	14,87	25,10	17,21
2016	31,98	14,97	25,52	17,37

Примечание: * – по данным Росстата

Из таблицы 3 видно, в Ростовской области на протяжении последних лет наблюдается незначительное увеличение расхода кормов в расчёте на 1 усл. голову, в т. ч. и доля концентрированных кормов увеличивается. Повышение расхода кормов влияет на структуру производственных затрат и, как следствие, на себестоимость продукции.

В Ростовской области до сих пор на условную голову скота заготавливается всего 30-32 ц корм. ед., а в сельхозорганизациях и того меньше – 25-26 ц корм. ед.

Недостаточная обеспеченность животных кормами сказывается на продуктивности поголовья (табл. 4).

Таблица 4. **Приплод и продуктивность молодняка КРС на откорме в сельхозпредприятиях Ростовской области**

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Получено телят на 100 коров, гол.	70,0	67,0	74,0	74,0
Среднесуточный прирост скота на выращивании и откорме, г	396,3	404,4	419,8	480,0

На уровень производства говядины влияет выход телят. При выходе телят 95 % можно произвести 110 кг говядины на голову, при 80 % – 80 кг, при 70 % – 65 кг, а при 60 % – не более 50 кг. Как показывают расчёты и практика, критический уровень выхода телят на 100 коров в мясном скотоводстве составляет 80-85 %. Как видно из таблицы 4, на протяжении последних 4 лет это показатель находится на низком уровне и составляет 74 головы, т. е. по существу каждая четвертая корова в течение года не дала продукции и не покрыла затраты на своё содержание. Среднесуточный прирост скота на выращивании и откорме также находится на низком уровне и в 2016 году составил 480 г. При таких показателях нельзя вести речь о рентабельном ведении отрасли [7, 8].

Экономическую эффективность производства продукции скотоводства можно рассмотреть через соотношение цены реализации и себестоимости продукции (табл. 5).

Таблица 5. **Показатели эффективности производства мяса КРС в живом весе в Ростовской области**

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Себестоимость произведенной продукции, тыс. руб. за 1 т	102,1	103,3	113,2	121,2
Цена реализации продукции, тыс. руб. за 1 т	99,2	99,9	108,7	116,1
Уровень рентабельности (+), убыточности (-), %	-2,84	-3,29	-3,98	-4,21

Данные таблицы 5 показывают, что в течение анализируемого периода наблюдается отрицательная тенденция опережающего роста себестоимости по отношению к цене реализации.

Производство мяса КРС в Ростовской области за последнее время является убыточным. Убыточность производства мясной продукции региона обусловлена низкими продуктивными показателями животных, монопольным положением предприятий перерабатывающей промышленности, ростом цен на сырьё (корма) и электроэнергию по сопоставлению с ценами на животноводческую продукцию.

В процессе анализа данных по производству говядины в Ростовской области выявлено, что себестоимость единицы продукции превышает реализацию продукции. Сельхозпроизводители в таких случаях не в состоянии возместить все вложения. Сложившийся ценовой диспаритет негативно сказывается на сельскохозяйственном производстве.

Для прогнозирования эффективности производства мяса КРС в живом весе в Ростовской области применяется корреляционно-регрессионный анализ. Расчёт коэффициентов корреляции позволяет выявить тесноту и направление взаимосвязи изучаемых показателей. Регрессионный анализ является логическим продолжением корреляционного и заключается в определении аналитического выражения связи результирующей величины с факторными показателями.

Для многофакторной корреляционной модели уровень рентабельности производства мяса КРС в живом весе в Ростовской области (y) подобраны следующие факторы:

x_1 – себестоимость произведенной продукции, тыс. руб. за 1 т;

x_2 – цена реализации продукции, тыс. руб. за 1 т.

Влияние перечисленных факторов исследуется за 5 лет.

Проведён корреляционно-регрессионный анализ для выявления влияния себестоимости произведённой продукции и цены реализации продукции на изменение уровня рентабельности.

В результате проведённых расчётов получено следующее уравнение регрессии:

$$y = -4,66 + (-0,99 * x_1) + 1,04 * x_2$$

Следовательно, из уравнения регрессии видно, что при увеличении себестоимости произведённой продукции на 1 тыс. руб. за 1 т уровень рентабельности в среднем снижается на 0,99 тыс. руб., при увеличении цены реализации на 1 тыс. руб. уровень рентабельности в среднем увеличивается на 1,04 тыс. руб.

Таким образом, на эффективности производства мяса КРС в живом весе в Ростовской области в основном оказывают влияние себестоимость и цена произведённой продукции. Так как в структуре себестоимости говядины 60-75 % составляют затраты на корма, 5-15 % приходится на заработную плату, 5-15 % занимают прочие затраты. Поэтому сокращение затрат кормов на производство единицы продукции в пределах зоотехнических норм оказывает решающее влияние на себестоимость продукции, а следовательно, и на уровень рентабельности. Для обеспечения рентабельности производство говядины должно вестись на собственных кормах при постоянном их удешевлении. Главные условия экономного расходования кормов – сбалансированность рационов по протеину, аминокислотному составу, витаминам, минеральным веществам и повышению их качества, сокращение потерь при хранении и использовании.

Для обеспечения конкурентоспособности производства говядины необходимо, прежде всего, значительно улучшить качество корма и сократить его расход на единицу привеса. Посредством технического переоснащения скотоводческих предприятий необходимо внедрять современные технологии производства говядины с обеспечением сокращения материальных и трудовых затрат.

Особую роль играют цены, которые влияют на рентабельность, специализацию производства, являются мотивацией производства и стимулируют экономное потребление сырья. Цены являются мощным инструментом управления экономикой и устанавливаются на рынке (табл. 6).

Таблица 6. **Динамика цен на мясную продукцию скотоводства в Ростовской области, руб./кг**

Показатели	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Средние цены реализации:				
- крупный рогатый скот (в живом весе)	99,2	99,9	108,7	116,1
- крупный рогатый скот (в убойном весе)	163,7	251,4	269,6	232,9
Средние потребительские цены	234,3	263,1	304,2	305,2

Реализационная цена крупного рогатого скота в живом весе в 2016 году по сравнению с 2013 годом возросла на 17 %.

В процессе ускоренного развития мясного скотоводства важнейшую роль будет выполнять практически заново сформированная племенная база за счёт привлечения лучших отечественных и зарубежных племенных ресурсов.

Отрасль мясного скотоводства Ростовской области представлена 21 племенными организациями, в т. ч. семью племзаводами (из них 5 расположены в восточной зоне области, занимаются разведением калмыцкой породы скота, и 1 – в Шолоховском районе, где используют герефордский скот) и четырнадцатью племенными репродукторами по разведению животных калмыцкой, герефордской и казахской белоголовой пород. Племенное поголовье мясного скота на 01.01.2017 г. составило 25,6 тыс. голов, в т. ч. 11,4 тыс. коров, которое разводят в 10 районах области.

Наибольшее количество племенного скота содержится в Зимовниковском, Орловском, Ремонтненском, Заветинском районах Ростовской области.

Племенными организациями по разведению калмыцкой породы скота являются: ОАО ПЗ «Прогресс», СПК «Федосеевский», СПК ПЗ «Мир», ООО «Солнечное», по разведению герефордской породы скота – СПК ПЗ «Меркуловский».

Для реализации проблемы, связанной с увеличением производства говядины, Ростовская область имеет все необходимые ресурсы, в т. ч. финансовые. Так, в минувшем году АПК области было выделено 6,6 млрд руб., из которых 4,6 млрд пришлось на федеральный бюджет, 2 млрд – на областной. Государственную поддержку получили 8,7 тыс. сельхозтоваропроизводителей по 40 направлениям. В текущем году господдержка не только сохраняется на этом уровне, но по ряду направлений увеличена. В АПК региона в 2016 году привлечено инвестиций порядка 22 млрд руб. Министерство сельского хозяйства и продовольствия осуществляло сопровождение исполнения 26 инвестиционных проектов, находящихся на стадии строительства, проектирования и привлечения финансирования, общим объёмом инвестиций 161,8 млрд руб. [9, 10].

Для развития производства говядины необходимо проводить политику государственного регулирования рынка при помощи ценообразования и ограничения роста цен на продукцию промышленности для сельского хозяйства [10].

Выводы.

В целях повышения экономической эффективности производства мяса КРС необходимо не только изыскание внутренних резервов, создание интеграционных структур в форме объединения сельскохозяйственных предприятий, предприятий перерабатывающей промышленности и сбытовых организаций, но и крупномасштабная экономическая и законодательная поддержка со стороны государства.

Для ускоренного развития мясного скотоводства Ростовской области необходимо эффективное использование имеющихся ресурсов, генофонда интенсивных пород, а также последовательная государственная поддержка региональных программ и привлечение инвестиций для реализации крупных проектов.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. url: https://www.fedstat.ru/

2. Пищевая ценность говядины и мясная продуктивность молочных пород крупного рогатого скота / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, П.С. Кобыляцкий, О.П. Шахбазова, А.Л. Алексеев // Молочное и мясное скотоводство. 2014. № 7. С. 19-22.

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

4. Aspartate-complexed minerals in feeding broiler chickens / I.F. Gorlov, Z.B. Komarova, E.Y. Zlobina, E.V. Karpenko, D.N. Nozhnik // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 5. С. 2890-2898.

5. Горлов И.Ф., Шахбазова О.П., Губарева В.В. Оптимизация кормопроизводства для обеспечения молочного скотоводства кормами собственного производства // Кормопроизводство. 2014. № 4. С. 3-8.

6. Горлов И.Ф., Шахбазова О.П., Губарева В.В. Моделирование кормовой базы молочного скотоводства Южного федерального округа // Селекция сельскохозяйственных животных и технология производства продукции животноводства: сб. ст. междунар. научн.-практ. конф. Пос. Персиановский, 2016. С. 83-88.

7. Раджабов Р.Г., Иванова Н.В. Состояние производства мяса крупного рогатого скота в России // Успехи современной науки. 2016. Т. 1. № 2. С. 28-30.

8. Optimization of Feed Acreages Structure in Unstable Moistening Zone / I.F. Gorlov, M.I. Slozhenkina, O.P. Shakhbazova, V.V. Gubareva, E.Y. Zlobina and E.V. Karpenko // Asian Journal of Agricultural Research. 2016. № 10. P. 154-161.

9. Раджабов Р.Г., Иванова Н.В. Основные направления повышения эффективности производства мяса крупного рогатого скота: учеб. пособие. Пос. Персиановский: ДонГАУ, 2016. 76 с.

10. Раджабов Р.Г., Иванова Н.В. Практикум по экономике отраслей АПК: учеб. пособие. Пос. Персиановский: ДонГАУ, 2014. 48 с.

Горлов Иван Фёдорович, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, научный руководитель ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции», 400131, г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, дом 6, тел.: 8(8442)39-10-48, e-mail: niimmp@mail.ru

Шахбазова Ольга Павловна, доктор биологических наук, профессор кафедры информатики, моделирования и статистики ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 346493, Ростовская область, Октябрьский район, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24, тел.: 8(86360)3-61-50, e-mail: dongau@mail.ru

Раджабов Расим Гасанович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры информатики, моделирования и статистики ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 346493, Ростовская область, Октябрьский район, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24, тел.: 8(86360)3-61-50, e-mail: dongau@mail.ru

Иванова Надежда Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры разведения сельскохозяйственных животных и зоогигиены ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет», 346493, Ростовская область, Октябрьский район, пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24, тел.: 8(86360)3-61-50, e-mail: dongau@mail.ru

Мосолова Дарья Александровна, студентка ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», 117997, г. Москва, Стремянный пер., 36, e-mail: niimmp@mail.ru

Поступила в редакцию 24 января 2018 года

UDC 637.517(470.61)

Gorlov Ivan Fedorovich[1], Shakhbazova Olga Pavlovna[2], Rajabov Rasim Gasanovich[2], Ivanova Nadezhda Vasilievna[2], Mosolova Darya Alexandrovna[3]

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

[2] *FSBEI HE «Don State Agrarian University»,* e-mail: dongau@mail.ru

[3] *FSBEI HE «Russian Economic University named after G.V. Plekhanov»,* e-mail: niimmp@mail.ru

Efficiency of beef production in Rostov region

Summary. The article reflects the current state of beef production in Rostov region. At the present stage, the priority task of agrarian and industrial complex of the Russian Federation is to provide the population with meat and meat products, to increase meat resources, and therefore the main state objective is to increase meat productivity of cattle while improving the quality of products.

On the Don, the development of beef cattle breeding is facilitated by such factors as favorable natural and climatic conditions, high provision of agricultural and labor resources, and well-developed transport infrastructure. There is also a significant potential for the development of beef cattle breeding in the northwestern zone of the region. In these areas there are more than 500 thousand hectares of pastures with the possibility of breeding 150 thousand heads of beef cattle. Thus, due to these areas, the Rostov Region can successfully breed and provide about 400,000 livestock of meat breeds with fodder. This will allow about 10 times increasing the number of beef cattle and ensuring the profitability of beef production. Beef production in Rostov region has been unprofitable lately. The loss in beef production in the region is due to low animal productivity indicators, the monopoly position of processing industry enterprises, rising prices for raw materials (feed) and electricity compared to prices for livestock products.

The article also analyzes the dynamics of number of livestock and beef production. Prospective directions of beef production are indicated.

Thus, effective use of existing resources, a gene pool of intensive breeds, and consistent state support of regional programs and attraction of investments is necessary for the accelerated development of beef cattle breeding and the implementation of large projects in Rostov region.

Key words: beef cattle breeding, beef, breed, meat production, livestock production, fodder base, state support.

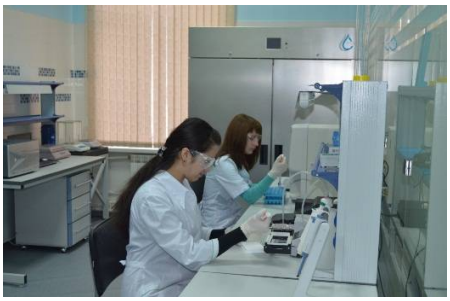
Лаборатория «Агроэкология техногенных наноматериалов»

В 2014 году по результатам проведения конкурса при поддержке Российского научного фонда «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований вновь создаваемыми научной организацией и вузом совместными научными лабораториями» создана лаборатория «Агроэкология техногенных наноматериалов». С момента создания и по настоящее время ею руководит кандидат биологических наук, доцент Сизова Елена Анатольевна.

Е.А. Сизова

В лаборатории проводятся комплексные исследования по оценке экотоксичности около 30 структур (в диапазоне размеров до 100 нм), наиболее широко использующихся в промышленности и сельском хозяйстве. Для комплексной оценки применяется широкий перечень модельных систем: агро- и аквабиоценозы, в том числе микроорганизмы, простейшие, моллюски, рыбы, сельскохозяйственные и лабораторные животные, растительные объекты.

Созданная материальная и кадровая база позволяет вести подготовку высококвалифицированных специалистов. В рамках работы лаборатории осуществляется руководство и проведение экспериментальных исследований, научно-методическое и приборное обеспечение научно-исследовательских работ.



Лаборатория располагает новейшим научным оборудованием, в том числе: микропланшетный анализатор Infinite PRO F200 («TECAN», Австрия), автоматический биохимический анализатор («Dirui Industrial Co., Ltd», Китай), автоматический гематологическоий анализатор URIT-2900 Vet Plus («URIT Medial Electronic Co.», Китай), атомно-абсорбционный спектрометр КВАНТ-2АТ («Кортэк», Россия) сканирующий зондовый микроскоп Сертус Лайт V (Россия), позволяющим осуществлять:

- оценку безопасности наноматериалов в модельных системах in vitro, содержащих культуры микроорганизмов;
- оценку безопасности наноматериалов в тестах на гидробионтах;
- оценку токсичности наноматериалов с помощью биолюминесцентного и флуоресцентного методов;
- оценку безопасности наноматериалов с использованием в качестве тест-объекта высшие растения;
- оценку безопасности наноматериалов с использованием интегральных тестов на лабораторных животных.

Это позволит дать ответ на многие вопросы, связанные с влиянием химических веществ и соединений техногенного происхождения на организм человека и животных, оценить прямое действие и отдалённые последствия на живые системы. Методический подход и лабораторная база отвечают всем современным требованиям и способны решать определённый спектр задач.

В лаборатории есть возможность организации работы студентов, магистров и аспирантов естественнонаучного направления, в частности выполнение программы научно-производственной практики и выпускных квалификационных работ.

Результаты исследований членов научного коллектива за период с 2014 по 2017 годы нашли отражение в 149 публикациях, в том числе 39 публикаций в журналах баз Scopus и Web of Science, новизна подтверждена 23 патентами РФ. На базе лаборатории подготовлено 6 диссертационных работ, в т. ч. 1 докторская. Общая численность российских учёных, привлечённых к работе, превысила 40 человек, в том числе 8 аспирантов, 15 магистров и бакалавров. Члены научного коллектива участвуют в международных конференциях и симпозиумах в качестве приглашённых лекторов.

Одной из важных задач деятельности лаборатории является обеспечение подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации – кандидатов и докторов наук – по научным специальностям, определяющим развитие науки, техники и технологий по приоритетным направлениям «Науки о жизни», «Биомедицинские и ветеринарные технологии».

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 № 177-08/2010 от 31.08.2010 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 – 1500 руб., за год – 3000 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://kb.vniims.org/ 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://kb.vniims.org/