

УДК 636.2:636.085.3:591.149

**Влияние различной обеспеченности рациона на обмен йода в организме животных**

*А.С. Ушаков<sup>1,2</sup>, С.А. Мирошников<sup>2</sup>, Ш.Г. Рахматуллин<sup>2,3</sup>, К.С. Чернов<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных»

<sup>2</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства»

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

<sup>4</sup>ФГБУ «Научно-технический институт межотраслевой информации»

**Аннотация.** Увеличение эффективности производства мяса крупного рогатого скота – одна из ключевых задач продовольственной программы, решаемой большим количеством факторов, одним из которых является полноценное кормление животных, а именно обеспечение необходимым количеством питательных веществ, а также витаминов, микро- и макроэлементов. В статье рассмотрено влияние применения добавок солей микроэлементов (йод, кобальт, медь) к рациону животных, основанному на барде, на физиологические показатели и продуктивные качества бычков чёрно-пёстрой породы. По результатам проведённых исследований отечественных и зарубежных учёных можно сказать, что минеральные подкормки способствуют улучшению продуктивности животных и их физиологическому состоянию, однако вопрос о воздействии различных доз йода, кобальта, меди и ряда других микроэлементов при барданом откорме на организм молодняка крупного рогатого скота полностью не изучен. Поэтому мы провели эксперименты с применением добавок солей микроэлементов – йода, кобальта и меди в различных дозировках для выявления их воздействия на минеральный обмен и продуктивность бычков чёрно-пёстрой породы при откорме на барде. Таким образом, использование микроэлементных добавок к рациону на барде вызывает необходимость изучения выделения и локализации данных минеральных элементов в теле, а также смены соотношения микроэлементов, что мы и предприняли в исследованиях.

**Ключевые слова:** бычки, обмен веществ, йод, кобальт, медь, барда.

**Введение.**

В современной рыночной ситуации одна из важнейших проблем в мире – производство продовольствия. И одним из главных структурных компонентов сельскохозяйственного производства является мясной комплекс, функция которого – не только снабжение населения мясом, но и предоставление рабочих мест в данной области [1-7].

С целью улучшения экономической ситуации в сельском хозяйстве следует главным образом сделать упор на селекции отечественного мясного и мясомолочного скота, приспособленного к существующим климатогеографическим условиям, а для этого использовать генетический потенциал импортного скота [6-12].

Известно, что эффективность и уровень производства животноводческой продукции зависят главным образом от содержания потребляемой энергии и протеина, а также их сбалансирования в рационах. В настоящее время для интенсивного развития мясного животноводства необходима кормовая база, которая в нашей стране не соответствует требованиям. Наиболее актуальной проблемой для кормопроизводства, а также мясного животноводства Российской Федерации является кормовая белок [7, 12, 13].

Решение данных проблем сводится к разработке и внедрению в отрасль новых ресурсосберегающих и наукоёмких технологий заготовки кормов, процессов кормления, а также технологий переработки мясного сырья и производства.

Наряду с повышением производства растительного белка непосредственно в хозяйствах важным является использование продуктов вторичного производства перерабатывающей промышленности (шротов, жмыхов, барды, мезги, пивной дробины и др.), а также применение в практике разработок учёных при кормлении животных, способствующих улучшению эффективности использования протеина.

В настоящее время животноводству необходимо внедрение инноваций для его развития. Уровень продуктивных качеств животных находится в тесной связи от сбалансированной рецептуры корма по важнейшим показателям: энергии, протенину, углеводам, минеральным веществам, витаминам [14].

Минеральному питанию отводится важная роль для увеличения продуктивных качеств животных и птицы. В нынешнее время известно 75 химических элементов, которые входят в состав животных и растений, однако только 15 из них являются жизненно необходимыми, т. к. служат основой для формирования опорных систем, участвуя на всех структурных уровнях организма во всех биохимических процессах [15, 16].

#### **Цель исследования.**

Оценка влияния солей микроэлементов (I, Co, Cu) в составе бардяного рациона на физиологические показатели и продуктивные качества животных.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Исследования выполнены на модели животных – бычки чёрно-пёстрой породы на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных», СПК «Подобино» Бежецкого района Тверской области.

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.** Для проведения исследований по принципу аналогов, на основе породных, возрастных, половых качеств, а также живой массы были сформированы 3 группы 10-месячных бычков чёрно-пёстрой породы – контрольная (I) и две опытные группы (II, III), по 28 голов в каждой, при средней живой массе 290 кг. Для получения 800 г среднесуточного прироста живой массы был составлен рацион по детализированным нормам ВИЖ, состоящий из зернокартофельной барды (50 %), зелёной массы (30 %) и концентрированных кормов (20 %). Количество корма увеличивали по мере роста животных, но рецептура оставалась неизменной, таким образом в течении эксперимента количество компонентов увеличилось с 60 до 78 кг для барды, с 7 до 8,5 – зелёной массы, с 1,5 до 3 – для концентрированных кормов, с содержанием сухого вещества – 7-8,9 кг, переваримого протеина – 0,68-0,80 кг, ЭКЕ – с 6,6 до 8,1 и уровнем клетчатки – 16-18 %. Всем подопытным животным на всём протяжении опыта еженедельно вводили витамин D<sub>2</sub> (внутримышечно по 10 тыс. МЕ).

Основное отличие в кормлении подопытных бычков заключалось в следующем: к рациону I (контрольной) группы дополнительно вносили микроэлементы (исходя из средних норм для молодняка крупного рогатого скота, находящегося на откорме, и с учётом их содержания в кормах): йод (калий йодистый – KI), кобальт (кобальт хлористый – CoCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) и медь (медь сернокислая – CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), бычкам II опытной группы микроэлементы не добавляли, а молодняку III опытной группы – увеличенную в 2 раза дозировку этих микроэлементов.

Суточную дозу микроэлементов растворяли в воде и равномерно поливали этими растворами комбикорм, который скармливали утром и вечером. Йодид калия использовали отдельно от хлорида кобальта и сульфата меди: соответственно в утреннее и вечернее кормление, чтобы избежать образования плохо усвояемого йодида меди (CuI).

В рационах животных I, II и III групп абсолютное содержание йода составляло в мг соответственно 7,86; 5,22; 15,72; кобальта – 9,38; 6,23; 18,77; меди – 124,82; 83,24; 249,64. Опыт длился 165 дней и был условно разделён на 3 периода (начало, середина и конец), по 55 дней каждый.

Потребление бычками кормов учитывали ежедневно групповым методом. Каждый месяц проводили взвешивание животных. За время опыта в используемых кормах 5 раз определяли содержание важнейших микроэлементов.

За 21 день до начала откорма из каждой группы 3-м животным, накладывали хронические канюли на рубец (по Басову). На 55-й, 110-й и 165-й дни опыта через канюлю 2 дня подряд, спустя 3 ч. после утреннего кормления отбирали пробы рубцовой жидкости. В эти же дни и в то же самое время брали кровь из яремной вены у 5 животных из каждой группы.

С целью анализа баланса азота и коэффициентов переваримости питательных веществ в средний период опыта был проведён балансовый опыт на 3-х бычках из каждой группы по общепринятым методикам. Подготовительный период длился 10 дней, учётный – 7. Кормление животных проводилось индивидуально 2 раза в сутки в одно и то же время.

**Оборудование и технические средства.** Пробы кормов, фекальной массы и мочевой жидкости отбирали и консервировали по общепринятым методикам [17]. В образцах корма и кала определяли содержание первоначальной и гигроскопической влаги, общего и остаточного азота – по Кьельдалю, сырой клетчатки – по Геннебергу и Штоману, сырого жира – методом Сокслета, сырой золы – путём сжигания при температуре 500-600 °С в муфельной печи, безазотистых экстрактивных веществ – расчётным путём.

В биологических жидкостях определяли pH и резервную щёлочность потенциометрическим методом, содержание сухого вещества – высушиванием в термостате в бюксах при температуре 105 °С, общего и небелкового азота – по Кьельдалю, белкового азота – расчётным путём, аммиака – микродиффузным методом по Конвею в чашках, усовершенствованных Вракиным и Сидоровым (1966), мочевины – по Спандрио и Мариотти, сахара – по Самоджи, уровень летучих жирных кислот – методом паровой дистилляции с использованием аппарата Маркгама, уровень отдельных летучих жирных кислот определялся с использованием хроматографа ЛХМ-8М, общее содержание кетотел – йодометрическим методом по Лейтесу и Одинову.

Содержание микроэлементов в образцах корма, рубцовой жидкости, крови, кале и моче определяли в течение опыта 5 раз методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе PERKINELMER 403. Этим же методом определяли содержание микроэлементов в образцах тканей и органов бычков. Расчёт содержания микроэлементов вели в мг/кг сухого вещества образцов, только для мочи расчёт вели в мг/литр.

**Статистическая обработка.** Все вычисления и обработка цифрового материала проводились с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Для выявления достоверных значений межгрупповых различий применяли t-критерий [18, 19].

#### Результаты исследований.

По результатам исследований, количество йода в рубце животных зависит относительно поступления его объёма в организм (табл. 1).

Таблица 1. Концентрация йода в жидкости рубца бычков, мг/кг сухого вещества

Группа	Период опыта		
	начало	середина	конец
I (контроль)	0,26±0,04	0,17±0,03	0,17±0,03
II опытная	0,23±0,02*	0,15±0,03**	0,16±0,04
III опытная	0,28±0,08***	0,26±0,02*	0,38±0,05*

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  при сравнении с контролем

На протяжении всего эксперимента уровень йода в рубцовой жидкости молодняка бычков II опытной группы варьировал от 0,15 до 0,23 мг/кг сухого вещества, I (контроль) группы – от 0,17 до 0,26 соответственно. На конец периода у животных III опытной группы уровень йода в рубце был более 2,2 раза выше относительно I (контроль) группы и 2,5 раза выше относительно II опытной группы. Достоверные различия между группами по уровню йода в рубце отмечаются на всём протяжении опыта откорма.

Увеличению уровня йода в рубце способствовало повышение числа летучих жирных кислот в I (контроль) и III опытной группах [20-22], а также рост активности рубцовой микрофлоры, что сопоставляется с результатами исследований Е. Третьяковой [23]. Критерию повышения активности рубцовой микрофлоры способствовало: увеличение количества бактерий и повышение уровня переваримости целлюлозы.

Аналогичная закономерность прослеживается и по уровню йода в крови (табл. 2).

Таблица 2. Концентрация йода в крови бычков, мг/кг сухого вещества

Группа	Период опыта		
	начало	середина	конец
I (контроль)	0,24±0,02	0,26±0,02	0,24±0,03
II опытная	0,15±0,03**	0,18±0,03*	0,23±0,09*
III опытная	0,26±0,05***	0,27±0,02*	0,28±0,04**

Примечание: \* –  $P \leq 0,05$ ; \*\* –  $P \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $P \leq 0,001$  при сравнении с контролем

Концентрация йода в цельной крови бычков III опытной группы в течение всего опыта откорма колебалась 0,26-0,28 мг/кг сухого вещества, что связано с поступлением большого количества йода с рационом, во II опытной группе – 0,15-0,23 и I (контроль) группе – от 0,24 до 0,26 соответственно. Достоверные различия между группами отмечались на протяжении всего опыта.

При анализе полученных результатов уровня йода в крови обнаруживается повышение содержания элемента у бычков всех групп в заключительном периоде откорма относительно начала. Это связано с тем, что основной объём йода, всосавшийся активно, впитывается щитовидной железой, а в последствии в составе её гормонов поступает обратно в кровь [24-35].

Под влиянием удвоенного количества йода, кобальта и меди происходит перераспределение йода в теле бычков. Заметное изменение в сторону повышения его уровня отмечается в начальный период в стенках кишки и тонком отделе кишечника. Незначительный уровень йода наблюдается в рубце в отличии от остальных отделов желудочно-кишечного тракта. Аналогичная ситуация по уровню йода – в пищеварительном тракте в середине и заключительном этапе откорма. При анализе данных можно прийти к выводу, что поглощение йода происходит в основном в тонком отделе кишечника, что сопоставляется с результатами исследований В.И. Георгиевского с сотрудниками [24].

Уровень содержания йода в заключительном периоде откорма животных во всех отделах пищеварительного тракта, а именно в его содержимом, в количественном отношении незначительно повысился относительно начала откорма, но в процентном отношении не изменился. Анализ данных уровня йода желудочно-кишечного тракта показал, что в I (контроль) и опытных группах варьирует от 0,12 до 2,30 мг/кг сухого вещества.

По результатам исследований как российских, так и зарубежных учёных отмечено благоприятное воздействие йода, кобальта и меди на продуктивные и качественные показатели молодняка крупного рогатого скота [25-38]. По их мнению, данное обстоятельство связано со стимуляцией обмена веществ в организме этими элементами, что в дальнейшем улучшает использование питательных веществ корма, способствуя увеличению прироста живой массы. Для ответа о влиянии комплекса микроэлементов в качестве подкормки на увеличение продуктивных качеств в наших исследованиях нами подробно изучена динамика уровня йода в организме бычков.

В конце каждого периода откорма (начало, середина, конец) был проведён убой животных. Согласно данным таблицы 3 видно, что количество йода в органах, а также тканях животных изменяется относительно уровня поступления микроэлементов в организм.

Наивысший уровень йода наблюдается в крови бычков III опытной группы, что совпадает с выводами N.O. Hetteche – при наличии в организме животного меди происходит преобразование неорганической формы йода в органические соединения [39]. Так, у бычков I (контроль) и III опытной групп установлено повышение уровня меди в крови, что зависело от дополнительного обогащения рецептуры корма ею, а, следовательно, влияет на функциональное состояние щитовидной железы и метаболизм йода.

Содержание йода в кожном покрове, начиная с середины откорма, во всех группах одинаково снижается.

Наиболее яркая картина по йоду наблюдается в длиннейшей мышце спины с незначительным увеличением к середине откорма и резким снижением к заключительному периоду во всех группах. Так, его содержание у животных III опытной группы в середине откорма было на 2,86 % и 80 % выше относительно I (контроль) и II опытной групп, в заключительный период было на 28,57 % и 38,46 % соответственно. Сравнение данных I (контроль), II и III опытных групп в середине откорма с аналогичными группами в заключительный период составило 2,4, 1,6 и 2,1 раза в сторону снижения окончания опыта.

Таблица 3. Содержание йода в тканях и органах бычков (мг/кг сухого вещества)

Показатель	Период опыта	Группа		
		I (контроль)	II опытная	III опытная
Кожа	начало	0,30±0,08	0,21±0,07**	0,30±0,08
	середина	0,27±0,04	0,27±0,05**	0,32±0,12
	конец	0,25±0,08	0,21±0,06	0,30±0,08
Длиннейшая мышца спины	начало	0,29±0,07	0,19±0,03**	0,30±0,09
	середина	0,35±0,06	0,20±0,03**	0,36±0,10
	конец	0,14±0,06	0,13±0,02**	0,18±0,07**
Печень	начало	0,26±0,02	0,25±0,09	0,22±0,05
	середина	0,27±0,08	0,25±0,06	0,21±0,06
	конец	0,22±0,05	0,21±0,04**	0,22±0,04**
Поджелудочная железа	начало	0,32±0,08	0,30±0,07	0,39±0,03
	середина	0,35±0,07	0,30±0,08	0,31±0,06
	конец	0,35±0,08	0,31±0,07	0,41±0,10
Щитовидная железа	начало	7,09±0,50	7,01±0,52	9,00±0,92
	середина	6,64±0,86	7,04±0,57	12,53±4,01
	конец	22,01±2,58	18,73±0,23	23,02±1,10
Почки	начало	0,16±0,04	0,16±0,05**	0,16±0,02
	середина	0,23±0,03	0,17±0,03**	0,21±0,08
	конец	0,22±0,04	0,16±0,03**	0,32±0,06**

Примечание: \*\* –  $P \leq 0,01$  при сравнении с контролем

Дополнительная подпитка животных йодом, кобальтом и медью разнопланово повлияла на депо йода в различных органах. Так, небольшое увеличение происходит в поджелудочной железе и печени, в частности у I (контроль) и II опытной групп.

Наивысшее содержание йода находится в щитовидной железе и варьирует от 6,6 до 23,0 мг/кг сухого вещества. Уровень йода в щитовидной железе животных III опытной группы преобладает над I (контроль) и II опытной группами на 88,83 и 78,09 % (середина откорма) и на 4,54 и 22,86 % – конец откорма, что объясняется обильным поступлением йода в организм бычков III опытной группы.

Введение в рацион бычков комплекса солей микроэлементов оказало разнонаправленное влияние на депонирование йода в различных органах организма животных. Значительное повышение уровня йода наблюдалось в поджелудочной железе и печени, в частности у животных I (контроль) и III опытной групп. Уровень йода в печени молодняка III опытной группы составил от 0,21 до 0,22 мг/кг сухого вещества и от 0,22 до 0,27 мг/кг сухого вещества – в I (контроль) группе. Достоверная разность отмечена в третий период откорма.

Уровень йода в поджелудочной железе бычков I (контроль) и III опытной групп варьировал 0,31-0,40 мг/кг сухого вещества или более 20 % выше, чем во II опытной группе.

В почках подопытных животных наблюдается небольшое отличие по уровню йода.

Также при сравнении опытных групп относительно I (контроль) появляется закономерность уровня йода: от начала откорма до середины происходит снижение, с последующим возрастанием к концу откорма в мышечной ткани, печени, поджелудочной железе на фоне увеличения к середине и резкого снижения в щитовидной железе к концу откорма (табл. 3).

Дополнительная подпитка бычков микроэлементами (I, Co, Cu) способствует активации йода организмом, что обусловлено при обработке данных продуктов обмена (табл. 4).

Отличия между группами по уровню йода в моче выявлены в пользу II опытной группы в период всего опыта откорма. Причём уровень йода в моче бычков II опытной группы превышал с 4,76 % до 12,9 % относительно III опытной группы и с 46,67 % до 121,4 % – относительно I (контроль) группы. Уровень йода в кале бычков упал с 0,24-0,27 до 0,15-0,23 мг/кг сухого вещества, в сторону улучшения показателя III опытной группы снизился с 0,27 до 0,23 мг/кг сухого вещества. Картина выведения йода из организма показана на рисунках 1, 2.

Таблица 4. Выведение йода из организма

Группа	Период опыта		
	начало	середина	конец
С мочой, мг/л			
I (контроль)	0,15±0,03	0,15±0,02	0,14±0,02
II опытная	0,22±0,04	0,30±0,07	0,35±0,04
III опытная	0,21±0,04	0,23±0,05	0,31±0,03
С калом, мг/кг сухого вещества			
I (контроль)	0,24±0,04	0,22±0,02	0,15±0,10
II опытная	0,27±0,02	0,15±0,03	0,15±0,09
III опытная	0,27±0,03	0,22±0,06	0,23±0,04

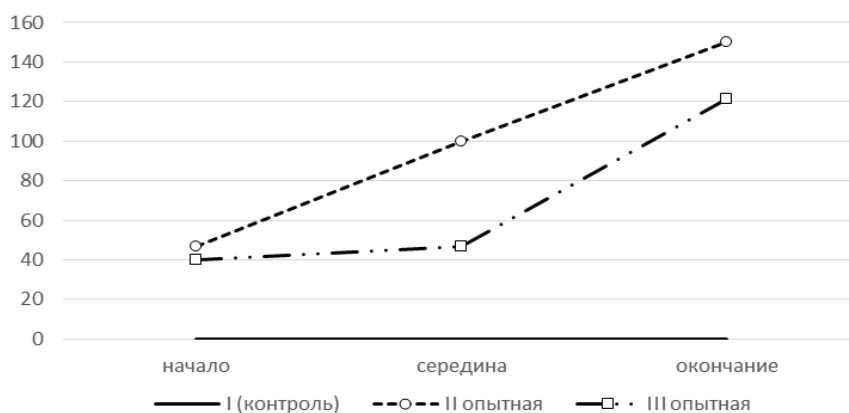


Рис. 1 – Выведение йода с мочой относительно I (контроль) группы, %

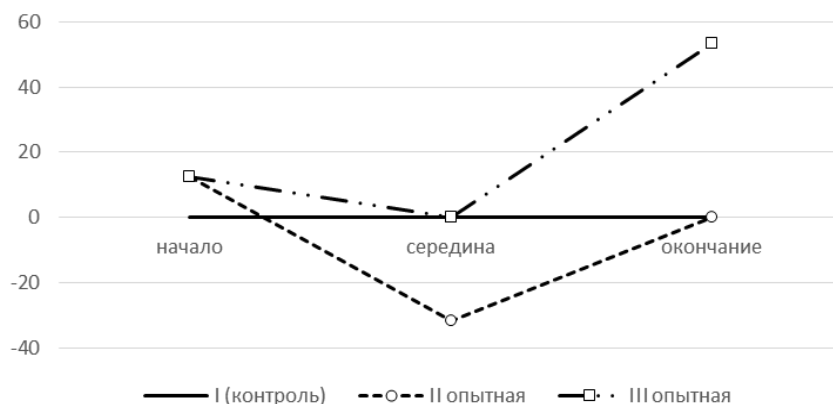


Рис. 2 – Выведение йода с калом относительно I (контроль) группы, %

#### Обсуждение полученных результатов.

По результатам исследований как российских, так и зарубежных учёных отмечено благоприятное воздействие йода, кобальта и меди на продуктивные и качественные показатели молодняка крупного рогатого скота [25-38]. По их мнению, данное обстоятельство связано со стимуляцией обмена веществ в организме этими элементами, что в дальнейшем улучшает использование питательных веществ корма,

способствуя увеличению прироста живой массы. Для ответа о влиянии комплекса микроэлементов в качестве подкормки на увеличение продуктивных качеств в наших исследованиях нами подробно изучена динамика уровня йода.

Уровень йода у животных, находившихся на откорме барды, варьирует относительно объёма поступления элемента с рационом. Отсутствие дополнительной подкормки у бычков (II опытная группа) повлияло на нарушение обменных процессов йода, а именно низкое количество его поступления и чрезмерное некомпенсирование его выведения.

#### **Заключение.**

Откорм бычков на барде с применением рационов с повышенным уровнем йода (15,72 мг/гол./сут), кобальта (18,77 мг/гол./сут) и меди (249,64 мг/гол./сут) относительно рациона, соответствующего средней норме, рекомендуемой Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, и рациона, который по данным показателям дефицитен, в условиях опыта благоприятно воздействует на усвоение йода, что способствует увеличению продуктивных качеств организма.

#### **Литература**

1. Калашников А.П. О нормах и рационах кормления сельскохозяйственных животных // Зоотехния. 2007. № 5. С. 7-10.
2. Амерханов Х.А., Хайнацкий В.Ю., Каюмов Ф.Г. Эффективность отбора производителей по собственной продуктивности в мясном скотоводстве // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 3. С. 2-5.
3. Амерханов Х.А., Хайнацкий В.Ю., Каюмов Ф.Г. Показатели мясной продуктивности бычков при оценке по собственной продуктивности // Зоотехния. 2011. № 5. С. 13-15.
4. Мысик А.Т. Производство продукции животноводства в мире и отдельных странах // Зоотехния. 2011. № 1. С. 2-6.
5. Мысик А.Т. Развитие животноводства в мире в 2008-2009 годах // Зоотехния. 2012. № 1. С. 2-5.
6. Хасанов М.М. Эффективность использования сухой спиртовой барды с ПФП «Универсал» в комбикормах-концентратах при выращивании и откорме бычков: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Ульяновск, 2012. 24 с.
7. 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.
8. Алексеев В.А. Дополнительные источники кормов. Чебоксары: Чуваш. кн. изд-во, 1984. 47 с.
9. Пыхтина Л.А., Улитко В.Е., Эффективность откорма бычков на барде, обогащённой ферментным препаратом // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2001. № 1. С. 90-95.
10. Эффективность скрещивания симментальских и бестужевских коров с быками красно-пёстрых голштинов в условиях Ульяновской области: монография / Г.Н. Сянин, Н.Д. Горбунов, Д.П. Хайсанов, А.Г. Курчаков. Ульяновск. 2010. 110 с.
11. Якимов А.В., Абузяров Р.Х., Громаков В.В. Эффективность использования продуктов переработки пивоваренной и спиртовой промышленности в животноводстве // Зоотехния. 2010. № 2. С. 14-16.
12. Вахитов Ш. Животноводство – локомотив Российского АПК // Комбикорма. 2011. № 4. С. 2-3.
13. Шпаков А.С. Основные направления увеличения производства кормового белка в России // Кормопроизводство. 2001. № 3. С. 6-9.
14. Дегтярев В.П., Белоусов С.Н., Абрамян А.С. Комбинированный зелёный корм в рационах крупного рогатого скота // Зоотехния. 2007. № 10. С. 7-8.
15. 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.
16. Топорова Л.В., Архипов А.В., Кузницына Т.А. Получение, применение и эффективность нетрадиционных кормов в птицеводстве // Птицефабрика. 2005. № 2. С. 33-39.

17. Тютиков С.Ф., Карпова Е.А., Ермаков В.В. Содержание микроэлементов и токсических металлов в органах диких и сельскохозяйственных животных в связи с региональным биогеохимическим районированием // *Сельскохозяйственная биология*. 1997. № 6. С. 87-96.
18. Лукашик Н.А., Тащилин В. А. Зоотехнический анализ кормов: руководство к практ. занятиям. М.: Изд-во «Колос», 1965. 218 с.
19. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: «Физматлит», 2006. 816 с.
20. Волконский В.А. Влияние йода, кобальта и меди на процессы рубцового метаболизма и обмен веществ у молодняка крупного рогатого скота при откорме на барде: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1984. 16 с.
21. Драганов И.Ф. Обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при откорме на барде: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1992. 34 с.
22. Комплексные минеральные добавки и витамины в кормлении крупного рогатого скота: монография / Л.В. Алексеева, И.Ф. Драганов, А.С. Ушаков, А.А. Ходырев. Тверь: «Агросфера», 2008. 166 с.
23. Третьякова Е.В. Минеральные добавки как фактор повышения продуктивности телят // Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных животных. Минск, 1983. С. 134-137.
24. Георгиевский В.И., Анненков Б.Н., Самохин В.Т. Минеральное питание животных. М.: Изд-во «Колос», 1979. 471 с.
25. Кокорев В.А., Гурьянов А.А. Оптимизация минерального питания сельскохозяйственных животных // *Зоотехния*. 2004. № 7. С. 12-16.
26. Минеральное питание животных: учебник / И.Ф. Драганов, В.И. Фисинин, В.В. Калашников, А.С. Ушаков. М.: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. 385 с.
27. Brenner W. Uber die Bol Bedeutung des Rupfers in Biologie und Pathologie // *Med. Monateschr*. 1953. S. 6-7.
28. Mewson S.A., Fischer M.N. Der Einfluß des Zinkes auf die Leistungsfahigkeit der Geschlechtshernent // *Biochem*. 1953. Vol. 55. N 4. P. 153-159.
29. Bactereides numinicole Sp nov. and Succinimenas Amycolytica, gennov species of Suceinicinic Acid prodicing Aneerobic Bacteria of the Bovine Rumen / M.P. Bryant, N. Smell, G. Boume et al. // *Y. Bact*. 1958. Vol. 7. N 15. P. 32-39.
30. Miller W. Distribution and for newer rates of radiostive manganese in varicus tissues after duodenal dosing in Holstein calves red apractical-tyre diet // *Y. Anim. Sci*. 1972. P. 59-63.
31. Wochenger Klin, Weltner K. The intessing of amount of erythrocytes in an organism of the rats under the influence of cobalt // *Y. Biochem*. 1979. N 8. P. 313.
32. Hemingwey R. Muting the mineral nutriments of caffle in practical feeding systems // *Theses of rep. of XXXIII Conf. EAG. Leningrad*, 1982. P. 67-70.
33. Block E., Farmer B. The status of beta-carotene and vitamin A in Quebec dairy herds: Factors affecting their status in cows and their effects on reproductive performance // *Canad. J. Anim. Sc*. 1987. Vol. 67. Issue 3. P. 775-788.
34. Mildwen A.S., Serutton M.S. The importance of manganese in biochemical processes // *Biochem*. 1989. Vol. 241. P. 348.
35. Bolduan G., Spitschak K., Voss S. Versuchsergebnisse zu Niacin und Carotingaben bei Sauen // *Mh. Veter.-Med*. 1993. Bd. 48. N. 2. S. 71-73.
36. Баяндина Г.А. Микроэлементы в организме крупного рогатого скота // *Труды Новосибирского сельскохозяйственного института*. Новосибирск. 1968. Т. 31. С. 35-39.
37. Духин И.П., Самохин В.Т., Кивкуцин Р.Р. Использование и обмен минеральных веществ в желудочно-кишечном тракте кастратов при откорме с использованием премиксов // *Повышение эффективности использования питательных веществ рационов*. М., 1972. С. 136-148.
38. Молочков В.И. Использование йода, цинка при откорме бычков-кастратов красной степной породы // *Труды Кубанского сельскохозяйственного института*. 1977. Вып. 139. С. 69-74.
39. Hetteche N.O. 1st Sod-oder Kupfermandel die Ursache des kropfes // *Umschau*. 1956. 17. P. 532-533.

**Ушаков Александр Сергеевич**, кандидат биологических наук, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных», 249013, Калужская область, г. Боровск, п. Институт; докторант ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: asu2004@bk.ru



**Мирошников Сергей Александрович**, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)43-46-41, e-mail: vniims.or@mail.ru

**Рахматуллин Шамиль Гафиулович**, кандидат биологических наук, научный сотрудник ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», 460018, г. Оренбург, пр-т Победы 13; ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного скотоводства», 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, e-mail: shahm2005@rambler.ru

**Чернов Константин Сергеевич**, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Научно-технический институт межотраслевой информации», 125252, г. Москва, ул. Зорге, д. 22, корп. 1, 2, e-mail: Irahara@mail.ru

UDC 636.2:636.085.3:591.149

**Ushakov Alexander Sergeevich**<sup>1,2</sup>, **Miroshnikov Sergey Aleksandrovich**<sup>2</sup>,  
**Rakhmatullin Shamil Gafillovich**<sup>2,3</sup>, **Chernov Konstantin Sergeevich**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *FSBSI «All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition of Animals»*,

e-mail: asu2004@bk.ru

<sup>2</sup> *FSBSI «All-Russian Research Institute of Beef Cattle Breeding»*, e-mail: vniims.or@mail.ru

<sup>3</sup> *FSBEI HE «Orenburg State University»*, e-mail: shahm2005@rambler.ru

<sup>4</sup> *FSBI «Scientific-Technical Institute of Interbranch Information»*, e-mail: Irahara@mail.ru

#### **Effect of different sufficiency of diet on iodine metabolism in the body of animals**

**Summary.** Increasing efficiency of beef production is one of the key objectives of the food program that is solved by a large number of factors. One of which is a full-value feeding of animals, namely the provision of necessary nutrients and vitamins, micro-and macroelements. The article considers the influence of use of additives of salts of trace elements (iodine, cobalt, copper) to the diet of animals, based on distiller's grains, on the physiological parameters and productive qualities of black-spotted bulls. According to the results of the survey of Russian and foreign scientists, we can say that mineral supplements help to improve the productivity of animals and their physiological state, however, the impact of various doses of iodine, cobalt, copper and other trace elements during fattening on distiller's grain on the body of young cattle is not enough studied. Therefore, we conducted experiments using additives of salts of trace elements – iodine, cobalt and copper in various dosages to determine their effects on mineral metabolism and productivity of Black Spotted bulls during their fattening on distiller's grains. Thus, the use of dietary microelement additives in diet based on distiller's grains causes the necessity to study of the outflow and localization of mineral elements in the body and micronutrients ratio change, which we have undertaken in our research.

**Key words:** bulls, metabolism, iodine, cobalt, copper, distiller's grains.