УДК 636. 085. 5

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОВСТРУДИРОВАННОЙ РЖИ И ТРИТИКАЛЕ В РАЦИОНАХ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

В.А. Люндышев,
доцент каф. технологий и механизации животноводства БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

В.Ф. Радчиков,
зав. лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», докт. с.-х. наук, профессор

В.П. Цай,
ведущ. науч. сотр. лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», канд. с.-х. наук, доцент

Включение в состав рациона молодняка крупного рогатого скота термовструдированной ржи и тритикале способствовало повышению количества сахара на 9,0-11,8 % за счет дополнительного расщепления крахмала, увеличению содержания летучих жирных кислот в рубцовом содержимом, инфузорий и сахара в крови, что привело к увеличению среднесуточных приростов на 13,0 и 9,1 %, снижению затрат кормов на 8,2 и 5,2 %.

Ключевые слова: комбикорм, бычки, среднесуточный прирост, сухое вещество, рубцовое пищеварение.

Including in the complement of ration of sapling of cattle of termovstrudirovannoy of rye and triticale was instrumental in the increase of amount of sugar by 9,0-11,8 %, due to an additional amylolysis, to the increase of maintenance of volatile fat acids in cicatricle content, infusoria and sugar in blood, that resulted in the increase of average daily increases by 13,0 and 9,1 %, to the decline of expenses of forage by 8,2 and 5,2 %.

Keywords: mixed fodder, bull-calves, average daily increase, dry matter, cicatricle digestion.

Введение

В настоящее время уровень развития кормовой базы не отвечает физиологическим нормам кормления животных. Дефицит кормов, их низкое качество не позволяют полностью реализовать генетический потенциал животных, что приводит к значительному снижению объемов производства продукции животноводства. Все это сказывается на финансово-экономическом положении в агропромышленном комплексе республики, определяющемся состоянием животноводства, в котором формируется более половины всех доходов села.

Решить проблему обеспечения сельскохозяйственных предприятий кормами необходимо в комплексе – заготовке достаточного количества качественных кормов и рациональном их использовании.

Особенно большие издержки несет животноводство из-за использования зернофуража в необогащенном виде, так как многие хозяйства используют его на корм скоту без белково-витаминно-минеральных добавок [1, 2, 3].

В 90-х годах в Республике Беларусь разработана и испытана новая технология обработки зерна, названная термовструдированием. В основу данной технологии положена кратковременная (5-15 с) высокотемпературная (450-600 ^{o}C) обработка зерна в потоке горячего воздуха.

Термовструдирование использует наиболее высокие температуры и в результате затрачивается меньше времени на обработку зерна за счет сверхинтенсивного подвода к нему тепла – в специально организованном режиме теплового удара. В этих условиях отпадает необходимость в искусственном увлажнении зерна. Используется только его внутренняя естественная влага.

Управляя в широком диапазоне скоростью выделения влаги из зерна кормовых культур, удается оптимизировать питательные качества разных видов зерна более эффективно, чем традиционными методами. Термовструдированная продукция получается более равномерного состава, длительно сохраняет свои кормовые свойства, как в виде взорванного и вспученного зерна, так и хлопьев или муки в составе комбикорма.

В зерне злаковых культур имеется много крахмала (до 75%), усвоение которого при кормлении животных происходит медленно и не полностью. Обработка зерна в термовструдере позволяет разорвать зернистую структуру крахмала и перевести его в более простые углеводы – декстрины и сахара, что является удобной формой для быстрого и полного усвоения организмом животного [4].

Основная часть

Для изучения эффективности скармливания бычкам ржи и тритикале, обработанных на термовстру-

дере, проведен научно-хозяйственный опыт на молодняке черно-пестрой породы средней живой массой в начале опыта 231-232,4 кг по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Кол-во животных, гол.	Продолжительность опыта, дней	Живая масса в начале опыта, кг	Особенности кормления
I контрольная	17	111	231,0	ОР – комбикорм КР-3 с размолотой рожью
II	17	111	232,4	ОР + комбикорм КР-3 с вструдированной рожью
III	17	111	232,3	ОР + комбикорм КР-3 с размолотым тритикале
IV	17	111	231,6	ОР + комбикорм КР-3 с вструдированным тритикале

Для исследований было сформировано 4 группы животных по 17 голов в каждой. Различия в кормлении заключались в том, что животные I (контрольной) группы получали в составе комбикорма 2 кг ржи, II (опытной) – 2 кг вструдированной ржи, III (опытной) – 2 кг тритикале, IV (опытной) – 2 кг вструдированного тритикале. Рожь и тритикале скармливали в составе комбикормов, их удельный вес составлял 50 %. Кроме комбикормов, в состав рациона подопытных бычков входил сенаж.

Рассматривая среднесуточное потребление кормов (табл. 2), можно отметить, что комбикорма задавались всем группам в одинаковом количестве – по 4 кг на голову. По поедаемости сенажа имелись некоторые различия. Так, бычки контрольной группы, потреблявшие размолотую рожь, съедали его по 11,2 кг, II – получавшие вструдированную рожь – на 7,1 % больше.

При скармливании молодняку вструдированного тритикале потребление сенажа увеличилось на 7,8 % по отношению к размолотому. Отмечено также увеличение поедаемости сенажа на 2,7 % бычками, получавшими в составе комбикормов тритикале, по сравнению с рожью.

В суточном рационе подопытный молодняк получал 7,9-8,3 к. ед. Вместе с тем, бычки, в состав рациона которых входила вструдированная рожь, потребляли с кормом больше на 3,7 % кормовых единиц и на 8,3 % обменной энергии по сравнению с размолотой. Обогащение комбикорма вструдированным тритикале по сравнению с обычным повысило указанные показатели на 3,8 и 6,8 % соответственно. Не выявлено существенных различий в содержании кормовых единиц и обменной энергии в рационах молодняка, потреблявшего комбикорма с включением зерна ржи и тритикале, подвергнутого размолу.

Отмеченные различия по питательной и энергетической ценности рационов бычков II и IV опытных групп объясняются, в первую очередь, увеличением количества сахара в зерне за счет обработки, а также большим потреблением объемистых кормов.

При потреблении размолотой ржи отношение крахмала к сахару составило 2,5:1, а вструдированной – сузилось до 2,1:1, что произошло за счет повышения доли сахара. Обработка зерна тритикале на вструдере по сравнению с размолом обеспечило сужение данного отношения с 2,4:1 до 2:1. В расчете на 1 к. ед. во всех группах приходилось 90-91 г переваримого протеина. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона бычков I и II групп, потреблявших рожь, составила 10-10,5 МДж. Включение в комбикорм вструдированного тритикале повысило этот показатель по сравнению с размолом с 10,3 до 10,7 МДж или на 2,9 %. Уровень клетчатки в рационах подопытного молодняка находился в пределах 21-23 % от сухого вещества. Отношение кальция к фосфору во всех группах составляло 1,8-1,9:1.

В структуре рационов комбикорм занимал 54-57 % по питательности, а сенаж – 43-46 %. Межгрупповые различия объясняются разным потреблением сенажа подопытным молодняком.

Анализируя данные рубцового пищеварения при скармливании различных комбикормов, установлены определенные изменения (табл. 3).

Таблица 2. Рацион бычков

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Комбикорм, кг	4	4	4	4
в том числе: рожь, кг	2	2	-	-
тритикале, кг	-	-	2	2
Сенаж, кг	11,2	12,0	11,5	12,4
в рационе содержалось:				
кормовых единиц	7,9	8,2	8,0	8,3
обменной энергии, МДж	84	91	88	94
сухого вещества, кг	8,4	8,7	8,5	8,8
сырого протеина, г	1068	1096	1077	1114
в т.ч. переваримого, г	711	746	718	755
жира, г	218	224	220	227
клетчатки, г	1910	2000	1940	2060
БЭВ, г	4204	4222	4210	4229
крахмала, г	1385	1280	1350	1250
сахара, г	554	604	559	625
кальция, г	88	91	89	93
фосфора, г	48	49	48	49
магния. г	22	23	22	23
калия, г	161	168	163	173
натрия, г	32	33	32	33
серы, г	19	20	19	20
железа, мг	3187	3312	3229	3395
меди. мг	121	124	122	126
цинка, мг	277	286	280	291
марганца, мг	950	982	957	987
кобальта, мг	6,8	6,8	6,9	7,0
йода, мг	2,7	2,8	2,7	2,8
каротина, мг	321	336	326	346

Таблица 3. Состав содержимого рубца

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	7,0	6,7	6,9	6,5
Азот, мг % : общий	165,3	167,1	164,2	166,8
небелковый	54,4	51,4	52,5	50,6
белковый	110,9	115,7	111,7	116,2
ЛЖК, ммоль/100 мл	8,2	9,0*	8,0	8,9
В т.ч. %:				
уксусная	64,2	62,1	65,3	62,9
пропионовая	26,1	28,5*	25,2	27,8*
масляная	9,7	9,4	9,5	9,3
Инфузории, тыс. шт. в 1мл	425	479*	431	475*
Аммиак, мг %	20,3	18,1*	21,2	18,6*

Полученные данные показывают, что реакция среды пищевой массы рубца во всех группах приближалась к нейтральной. Некоторый сдвиг ее в кислую сторону не оказал отрицательного влияния на жизнедеятельность инфузорий, количество которых увеличилось при скармливании бычкам вструдированных ржи и тритикале на 12,7 и 10,2 % соответственно (P<0,05) по сравнению с размолотым зерном.

Общее количество ЛЖК у бычков всех групп изменялось в обратной зависимости от величины pH. Скармливание молодняку вструдированной ржи по сравнению с размолотой обеспечило повышение концентрации ЛЖК на 9,8 % (P<0,05), а вструдированного тритикале – на 11,2 % (P<0,05), что, вероятно, объясняется усилением ферментативных процессов в рубце. Увеличение уровня пропионовой кислоты в рубцовом содержимом бычков II и IV опытных групп по сравнению с I и III на 9,2 и 10,3 % (P<0,05) можно объяснить тем, что при соответствующей обработке зерна мелкие гранулы крахмала превращаются в аморфную массу, которая обеспечивает большую поверхность и делает крахмал более доступным для микроорганизмов. Отмечено сужение отношения пропионат-ацетат во II опытной группе, потреблявшей рожь, обработанную на вструдере, по сравнению с исходной с 1:2,5 до 1:2,2. Использование в составе комбикорма вструдированного тритикале обеспечило сужение данного отношения с 1:2,6 до 1:2,3. Такое направление в рубцовом пищеварении способствует повышению прироста живой массы животных.

Использование обработанного зерна в составе комбикормов оказало положительное влияние на микробный синтез, что выразилось в увеличении количества общего азота на 1,1 и 1,6 % и белкового – на 4,3 и 4,0 %.

В результате изучения гематологических показателей установлено (табл. 4), что щелочной резерв у подопытного молодняка не имел значительных различий и находился в пределах нормы (617-639 мг, %).

Таблица 4. Гематологический статус подопытного молодняка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Общий белок, г/л	69	73	71	74
Гемоглобин, г/л	55	57	56	58
Щелочной резерв, мг %	626	617	620	639
Эритроциты, 10^{12}/л	9,26	9,24	9,31	9,25
Лейкоциты, 10^{9}/л	8,22	8,56	8,51	8,44
Сахар, ммоль/л	2,5	3,0*	2,6	3,2*
Мочевина, ммоль/л	3,5	2,5*	3,2	2,4
Кальций, ммоль/л	3,4	3,2	3,5	3,1
Фосфор, ммоль/л	1,6	1,7	1,8	1,5

Содержание кальция и фосфора также не выходило за пределы физиологических норм.

Включение в комбикорма вструдированной ржи и тритикале по сравнению с размолотым способствовало увеличению количества сахара на 20 и 23 % (P<0,05) соответственно.

Установлено достоверное снижение содержания мочевины в крови бычков, получавших вструдированную рожь, с 3,5 до 2,5 ммоль/л или на 28,5 % и вструдированное тритикале – с 3,2 до 2,4 ммоль/л или на 25 % (P<0,05).

При изучении продуктивных показателей отмечены определенные межгрупповые различия по интенсивности роста и затратам кормов (табл. 5).

Так, бычки, потреблявшие обработанную рожь, увеличили живую массу на 13,4 кг или на 12,9 % больше, чем получавшие рожь без обработки. Установлено также увеличение живой массы на 10,2 кг или на 9,2 % молодняком, в рацион которого входил обработанный тритикале, по сравнению с необработанным. Животные, получавшие вструдированную рожь, имели среднесуточный прирост на 13 % выше контрольной группы (P<0,05). Включение в состав комбикорма вструдированного тритикале повысило данный показатель на 9,1 % (P<0,05) по сравнению с размолотым.

Полученные различия по среднесуточным приростам оказали влияние на затраты кормов на единицу продукции. Так, при включении в состав комбикорма бычков размолотой ржи затраты кормов на 1 кг прироста составили 8,5 к. ед., а вструдированной сни-

Таблица 5. Живая масса и среднесуточные приросты

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	231,0	232,4	232,3	231,6
в конце опыта	334,5	349,3	343,5	353,0
Валовой прирост, кг	103,5	116,9	111,2	121,4
Среднесуточный прирост, г	932	1053*	1002	1093*
% к I группе	100	113,0	100	109,1
Затраты кормов на 1кг прироста, к. ед.	8,5	7,8	8,0	7,6
% к контролю	100	91,8	100	95,0

зились до 7,8 или на 8,2 %. Обработка тритикале на вструдере по сравнению с размолом уменьшила затраты кормов с 8,0 до 7,6 к.ед. или на 5 %. Установлена тенденция к повышению среднесуточного прироста у молодняка, потреблявшего в составе комбикорма размолотый тритикале по сравнению с рожью с 932 до 1002 г или на 7,5 %. Затраты кормов снизились при этом на 5,8 %.

Заключение

Скармливание бычкам термовструдированного зерна ржи и тритикале способствовало увеличению содержания в рационах сахара на 9-12 %, ускорению процессов пищеварения в рубце, повышению среднесуточных приростов на 9-13 % и снижению затрат кормов на 8,2-5,0 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н.А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.

2. Технологии производства молока и говядины: учеб.-методич. пос. / Н.В. Казаровец [и др.]; под общ. ред. В.А. Люндышева. – Минск: БГАТУ, 2011. – 120 с.

3. Производственные технологии заготовки и использование кормов / Н.В. Казаровец [и др.]; под общ. ред. П.П. Ракецкого. – Минск: БГАТУ, 2009. – 117 с.

4. Термовструдирование зерна злаковых и бобовых культур при производстве комбикормов / В.А. Шаршунов [и др.] // Известия Академии аграрных наук Респ. Беларусь, 1999. – №4. – С. 72-75.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 11.01.2017

УДК 631.15: 004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СЕВООБОРОТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМЫ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЕЛЬ

А.М. Карпович,
ст. преподаватель каф. прикладной информатики БГАТУ

В статье рассматривается выбор метода оптимизации возделывания сельскохозяйственных культур для получения высокой урожайности при наименьших затратах на ресурсы производства. Большое внимание уделяется интенсивным способам развития новейшей технологии, применению современных методик оптимизации и построению математической модели получения оптимального севооборота выбранных культур.

Ключевые слова: севооборот, оптимальный севооборот, метод оптимизации, динамическое программирование, баланс гумуса.

The article deals with the choice of optimization method of agricultural crops cultivation to produce high yields by the lowest cost of production resources. Much attention is given to intensive methods for development of new technology for application of modern optimization methods and mathematical model for optimal crop rotation of the selected crops.

Keywords: crop rotation, optimum crop rotation, optimization technique, dynamic programming, humus balance.

Введение

Земля – основа любой хозяйственной деятельности и существования человека. Уникальным свойством сельскохозяйственных земель является плодородие, т.е. способность постоянно производить биомассу. Соответственно, задача сохранения и улучшения плодородия земель является фундаментальным направлением устойчивого развития государства.

Основная проблема в земельном фонде Республики Беларусь – снижение площади сельскохозяйственных земель. По официальным данным земельного учета, по состоянию на январь 2016 года общая площадь земельного фонда Республики Беларусь составляет 20760,0 тыс. га. На сельскохозяйственные земли приходится 8894,6 тыс. га (42,8 %).

В период с 2001 по 2015 гг. отмечалась отрицательная тенденция динамики площади сельскохозяйственных земель. За это время общая площадь, занятая сельскохозяйственными организациями, снизилась с 9257,7 до 8894,6 тыс. га, что составило (-4,1 %) [1].

Экономическое благополучие организации и сохранение плодородия земель вступают в противоречие, т.к. активное использование сельскохозяйственных земель приводит к уменьшению уровня плодородия. Решением данной проблемы является использование севооборотов, которые позволяют оказывать положительное влияние на плодородие. Севооборот