

УДК 636.22/.28.084.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ БЫЧКОВ НА ОТКОРМЕ ПО ЗАДАННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ В СУХОМ ВЕЩЕСТВЕ

А.Я. Райхман, Т.А. Мясоедова

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 03.06.2010 г.)

***Аннотация.** Одним из основных критериев эффективности составляемых рационов для сельскохозяйственных животных является показатель концентрации обменной энергии в сухом веществе (КОЭ). Он зависит от качества используемых кормов и уровня планируемой продуктивности. В нашей республике кукурузный силос занимает до 45-55 % в структуре рационов крупного рогатого скота. От его качества во многом зависит рентабельность производства, так как оно непосредственно влияет на потребность в дорогостоящих концентратах. На основе экспериментальных данных предлагается математический механизм для прогнозирования скорости роста молодняка крупного рогатого скота от КОЭ. На практике это позволяет правильно рассчитать удельный вес зерновой группы в зависимости от качества объемистых кормов.*

***Summary.** One of the basic criteria of diets efficiency for agricultural animals is the metabolism energy concentration in dry substance. It depends on forages quality of used and the production level. In our Republic corn silage occupies till 45-55 % in diets structure. The profitability of manufacture depends on its quality in many respects, as it directly influences requirement for expensive concentrates. The mechanism for forecasting growth rate cattle worked out. It allows to calculate correctly densities of grain group depending on quality of forages.*

Введение. Повышение эффективности животноводства диктует необходимость совершенствования системы оценки питательности кормов. Оценка качества кормов по энергетической питательности позволяет установить в единице сухого вещества содержание продуктивной энергии и предсказать продуктивное действие корма [1, 2]. Основное значение, которое имеет оценка качества кормов по энергетической питательности, заключается в возможности повышения продуктивности животноводства.

Для высокопродуктивных животных необходима высокая концентрация энергии в сухом веществе рационов. Установлено, что этот показатель обратно пропорционален затратам кормов на единицу продукции [3, 4].

Анализ источников. Несмотря на многочисленные исследования, проведенные в этом направлении, актуальным остается вопрос об эффективности энергетического питания в зависимости от концентрации обменной энергии в сухом веществе рационов (КОЭ), о влиянии этих рационов на переваримость и использование питательных веществ [1,

2, 3]. Особое значение это приобретает в условиях все повышающихся требований к экономической эффективности производства говядины в нашей республике. Дело в том, что управление показателем КОЭ непосредственно связано с уровнем концентратного питания животных, от которого зависит скорость роста с одной стороны, здоровье животных и себестоимость продукции – с другой. При невысоком качестве объемистых кормов необходимо увеличивать содержание концентратов в рационе. Это увеличивает себестоимость продукции, а также отрицательно сказывается на здоровье животных и их воспроизводительных функциях [3, 7, 8, 9].

Цель исследований – изучить влияние концентрации обменной энергии в сухом веществе силосных рационов на скорость роста откармливаемых бычков.

В задачи исследований входило: определение баланса энергии и азота в организме животных; расчет коэффициентов переваримости питательных веществ рационов; изучение скорости роста бычков; установление закономерности влияния КОЭ в рационах на прирост живой массы и разработка механизма прогнозирования прироста от КОЭ (средствами регрессионного анализа).

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проводился в совхозе «Коммунист» Могилевской области. Был заготовлен силос из зеленой массы кукурузы в траншее емкостью 900 т. Зеленую массу в фазе молочно-восковой спелости предварительно измельчали и обрабатывали бензойной кислотой из расчета 1,5 кг на тонну. Качество силоса – не ниже стандарта первого класса.

Для изучения эффективности заготовленных кормов, КОЭ в сухом веществе рационов и влияние данных рационов на продуктивность был проведен научно-хозяйственный опыт методом сбалансированных групп-аналогов.

Таблица 1 – Схема балансового опыта

| Группа | Количество голов | Продолжительность учетного периода, дней | Характеристика рационов | Изучаемый фактор, КОЭ, МДж/кг СВ |
|--------|------------------|--|-------------------------|----------------------------------|
| 1 | 4 | 10 | ОР(80%)+КК(20%) | 9,4 |
| 2 | 4 | 10 | ОР(70%)+КК(30%) | 9,6 |
| 3 | 4 | 110 | ОР(60%)+КК(40%) | 9,8 |

Три группы животных по 15 голов в каждой в возрасте 12 месяцев формировались по принципу аналогов (пол, порода, живая масса, возраст), средней массой 310 кг. В уравнительный период опыта проверялась аналогичность подопытных животных по основному результирующему признаку – скорости роста. Учитывалось потребление кормов с целью исключения большого количества остатков. Животные, отличающиеся по потреблению кормов, из опыта удалялись [6]. Продолжительность основного периода - 166 дней.

С целью изучения влияния разных уровней КОЭ рационов на переваримость и использование питательных веществ, был проведен балансовый опыт, который проводился в середине научно-хозяйственного. Схема опыта представлена в таблице 1. Для опыта отбирался наиболее близкие аналоги из подопытных животных научно-хозяйственного опыта. Рационы отличались соотношением концентрированных (КК) и объемистых кормов. Доля концентратов увеличивалась с 20% в первой группе до 30% во второй и 40% - в третьей. За счет этого концентрация обменной энергии (КОЭ) возрастала с 9,4 до 9,8 МДж в расчете на 1 кг сухого вещества рационов.

Результаты исследований и их обсуждение. Рационы обменного опыта не отличались существенно от средних рационов за период научно-хозяйственного опыта (таблица 1). Это удалось достичь за счет сроков его проведения – практически в середине учетного периода. С течением времени и ростом молодняка КОЭ незначительно снижалась от начала опыта к его завершению, но различие по этому показателю между группами удалось сохранить.

Таблица 2 – Потребление энергии и питательных веществ подопытными бычками

| Показатели питательности | Норма кормления | Группа | | | | | |
|--------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | | 2 | | 3 | |
| | | Содержание питательных веществ | | | | | |
| | | в рационе | ± к норме | в рационе | ± к норме | в рационе | ± к норме |
| ОЭ, МДж | 74,00 | 74,0 | 0,00 | 74,00 | 0,00 | 74,00 | 0,00 |
| Сухое вещество, кг | 9,00 | 7,88 | -1,12 | 7,71 | -1,29 | 7,54 | -1,46 |
| Сырой протеин, г | 1070 | 106 | -7 | 1075 | 5 | 1067 | -3 |
| Перевар. прот., г | 695 | 702 | 7 | 731 | 36 | 741 | 46 |
| Сырая клетчатка, г | 1890 | 235 | 467 | 2141 | 251 | 1920 | 30 |
| Крахмал, г | 905 | 622 | -283 | 861 | -44 | 1128 | 223 |

| | | | | | | | |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Сахар, г | 625 | 130 | -495 | 134 | -491 | 135 | -490 |
| Сырой жир, г | 310 | 429 | 119 | 401 | 91 | 372 | 62 |
| КОЭ, МДж/кг СВ | | 9,39 | | 9,59 | | 9,81 | |

Уровень кормления практически не отличался во всех подопытных группах за учетный период обменного опыта (табл.2). Это достигалось ежедневным индивидуальным навешиванием кормов и практически полным отсутствием остатков (не более 150-200 г на 1 голову в сутки – приблизительно пополам сено и силос, концентраты потреблялись полностью). Здесь представлено потребление энергии и органических веществ, минеральные вещества и витамины компенсировались введением специального премикса и кальциево-фосфорными добавками. Сбалансированность удовлетворительная, существенных отклонений от нормы не наблюдалось [5]. От первой группы к третьей мы снижали количество сухого вещества в рационе для достижения основной цели – увеличить концентрацию обменной энергии. Ее количество было одинаковым, но с увеличением доли концентратов потребление силоса искусственно снижали. Все корма раздавались после взвешивания общего их количества на группу, а в балансовом опыте – индивидуально. Рацион балансового опыта соответствовал среднему рациону в опыте научно-хозяйственном, где проводили контрольное кормление 1 раз в месяц. Протеиновое питание было одинаковым, так же как и в отношении сырого жира. Недостаток сахара (490-495 г) компенсировался дополнительным количеством крахмала во второй и третьей группах. Уровень клетчатки был выше нормы в первой группе, но затем нивелировался во второй и третьей. Средствами компьютерной оптимизации удалось добиться равноценного кормления по энергии и выдержать условия опыта, определенные его схемой [7, 8].

Показатели роста бычков за учетный период обменного опыта (10 суток) были следующими: в первой группе живая масса на начало учета – 325 кг, в конце периода – 333 кг, среднесуточный прирост – 836 г; во второй группе – 330 кг, 339 кг и 911 г; в третьей – 336 кг, 345 кг, 909 г соответственно.

При увеличении КОЭ во второй группе по сравнению с первой на 0,21 МДж; в третьей группе по сравнению с первой на 0,43 МДж – среднесуточный прирост увеличился во второй группе на 8,9%, в третьей группе – на 8,7%.

Для получения обобщенной закономерности мы провели аппроксимацию данных средствами пакета «Анализ данных», встроенного в программу Excel. Форма зависимости указана на графике в области заголовка. Это полином второй степени:

$$Y = -878.12 + 17033X - 81675,$$

где Y – среднесуточный прирост живой массы, г

X – концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона, МДж/кг

Был определен экстремум функции путем построения ее математической модели безусловной оптимизации и решения посредством надстройки «Поиск решения» на максимум. Получено значение максимального суточного прироста – 923 г при КОЭ равном 9,70 МДж/кг.

Надежность разработанного уравнения не ниже 0,99. Это подтверждается коэффициентом детерминации, приближающимся к единице. Полином первой степени такого результата не давал (коэффициент детерминации не больше 0,86).

Таблица 3 – Рационы кормления молодняка на откорме

| Показатели | Рационы, испытанные в опыте | | | | | | Рацион оптимальный | |
|-------------------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| | Концентратов 20% (КОЭ = 9,39) | | Концентратов 30% (КОЭ = 9,54) | | Концентратов 40% (КОЭ = 9,81) | | Концентратов 34% (КОЭ = 9,70) | |
| | кг | % | кг | % | кг | % | кг | % |
| Сено | 1,35 | 12,00 | 1,35 | 12,00 | 1,35 | 12,00 | 1,35 | 12,00 |
| Шрот подсолнечный | 0,56 | 8,00 | 0,63 | 9,00 | 0,63 | 9,00 | 0,63 | 9,00 |
| Зерно овёс | 0,24 | 3,00 | 0,60 | 7,50 | 1,01 | 12,50 | 0,65 | 8,00 |
| Зерно ячмень | 0,63 | 9,00 | 0,95 | 13,50 | 1,30 | 18,50 | 1,20 | 17,00 |
| Силос кукурузуный | 22,17 | 68,00 | 18,91 | 58,00 | 15,65 | 48,00 | 17,59 | 54,00 |

Используя теоретически предсказанную оптимальную концентрацию обменной энергии по данным, полученным в опыте, мы разработали кормовой рацион посредством компьютерной программы «Конструктор рационов кормления» (таблица 3). Программа позволяет найти оптимальное соотношение кормов в рационе, обеспечивающее заданную КОЭ при максимально возможной сбалансированности рациона. Оптимальный рацион был сбалансирован по энергии, сухому веществу, протеину и углеводам. При этом КОЭ составила 9,7 МДж на 1 кг сухого вещества. Посредством моделирования нам удалось найти наилучшее соотношение кормов в рационе для достижения поставленной цели.

В таблице 4 приведены коэффициенты переваримости питательных веществ рационов, рассчитанные по данным обменного опыта.

Данные о средних значениях и статистических ошибках средних значений свидетельствуют о высокой надежности рассчитанной информации. Это достигалось тщательным подбором животных для фи-

зиологического опыта. Отбирались наиболее сходные особи по возрасту, весу и конституции (аналоги из аналогов научно-хозяйственного опыта).

Таблица 4 – Переваримость питательных веществ рационов

| Показатели | Группа | | |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Сухое вещество | 64,9 ± 2,23 | 67,5 ± 2,33 | 68 ± 2,55 |
| Органическое вещество | 66,1 ± 2,12 | 71,4 ± 2,80 | 70,5 ± 2,41 |
| Сырой протеин | 63,5 ± 2,59 | 72 ± 2,36* | 71,5 ± 1,95* |
| Сырой жир | 75,4 ± 0,72 | 75,1 ± 3,10 | 73,7 ± 3,82 |
| Сырая клетчатка | 42,1 ± 3,82 | 43,7 ± 3,32 | 45,2 ± 4,02 |
| БЭВ | 74,9 ± 1,51 | 76,6 ± 1,89 | 77,1 ± 1,75 |

* - $P < 0.05$ достоверность рассчитана по отношению к первой группе

Из-за более высокой концентрации обменной энергии во второй и третьей группах переваримость протеина была достоверно выше. Разницы в переваримости других питательных веществ не установлено. Заметна тенденция к лучшему перевариванию сухих и органических веществ в целом, а также безазотистых экстрактивных веществ на 2-3%.

Бычки третьей группы по переваримости не превосходили таковых во второй группе, а по некоторым показателям чувствовалась тенденция к снижению переваримости (жир, протеин, органическое вещество). В любом случае, судя по результатам опыта, невозможно отдать предпочтение животным второй или третьей групп.

Мы рассчитали баланс азота в организме растущих бычков по данным обменного опыта (таблица 5).

Таблица 5 – Баланс азота в организме подопытных животных

| Показатели | Группа | | |
|------------------------|--------------|----------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Принято с кормами, г | 170,1 ± 4,24 | 172,0 ± 4,85 | 170,7 ± 3,87 |
| Выделено с калом, г | 62,0 ± 5,31 | 48,3 ± 5,65 | 48,6 ± 5,27 |
| Выделено с мочой, г | 84,0 ± 9,70 | 96,0 ± 5,93 | 94,5 ± 7,11 |
| Переварено, г | 108,1 ± 5,31 | 123,7 ± 5,02* | 122,1 ± 5,27* |
| Переваримость, % | 63,6 ± 2,59 | 71,9 ± 2,36* | 71,5 ± 1,95* |
| Усвоено, г | 24,1 ± 1,24 | 27,7 ± 1,62* | 27,6 ± 0,85* |
| Образовано протеина, г | 150,5 ± 6,40 | 173,1 ± 10,13* | 172,6 ± 5,31* |

* - $P < 0.05$ достоверность рассчитана по отношению к первой группе

Значительные различия установлены в усвоении азота рационов с более высокой концентрацией обменной энергии. Животные, получавшие такие рационы, достоверно лучше переваривали и усваивали азот. Так, усвоение азота во второй группе было больше, чем в первой, на 14,9%. Между второй и третьей группами этот показатель не различался. По всем рассчитанным нами показателям не было обнаружено достоверных различий между второй и третьей группами, что свидетельствует о нецелесообразности в повышении КОЭ более чем на 9,70-9,75 МДж в расчете на 1 кг сухого вещества.

Заключение. 1. Повышение концентрации обменной энергии в силосных рационах молодняка крупного рогатого скота на откорме до уровня 9,7 МДж /кг СВ обеспечивает возрастание среднесуточных приростов живой массы с 836 до 911 г. Дальнейшее повышение КОЭ не приводит к достоверному увеличению скорости роста.

2. Переваримость питательных веществ рационов изменяется с изменением КОЭ в силосных рационах. Обнаружено достоверное увеличение коэффициентов переваримости протеина с 63,5 до 72,0% ($P < 0.05$) во второй группе. Просматривается тенденция улучшения переваривания органического вещества и безазотистых экстрактивных веществ, однако разница находится в пределах ошибки.

3. Оптимизация концентрации физиологической энергии в рационе приводит к достоверному улучшению использования азота рациона. Его отложение во второй группе составило 27,7 г в сутки по сравнению с 24,1 г – в первой группе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Приготовление кормов по новым технологиям / П.С. Авраменко [и др.]. Мн., Ураджай, 1977. – С. 56-60.
2. Оценка энергетической и протеиновой питательности кормов и рационов для крупного рогатого скота. Методические рекомендации/ П.С. Авраменко [и др.]. Минск, 1989. – С 1-10, 35- 42.
3. Физиология пищеварения и кормления крупного рогатого скота. Учебное пособие для высших учебных заведений/ В.М. Голушко, [и др.]. Гродно, ГГАУ, 2005. С. 168-174, 245.
4. Методические рекомендации по определению энергетической питательности кормов для жвачных./ Н.Г. Григорьев [и др.]. М., Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И.Ленина, 1984. – С. 4-42.
5. Справочник зоотехника./ А.П. Калашников [и др.]. М., Агропромиздат, 1986. – С. 286.
6. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. Москва, Колос, 1976. – С. 144-155.
7. Дурст, Л. Кормление сельскохозяйственных животных / Л. Дурст, М. Витман. Винница. Новая книга, 2003. – С. 155-158.
8. Кормление сельскохозяйственных животных. Учебное пособие для студентов ВУЗов / В.К. Пестис [и др.]. Минск, 2009. – С. 184-212.
9. Хохрин, С.Н. Кормление сельскохозяйственных животных / Хохрин С.Н.– Москва: Колос С, 2004. – 692 с.