

СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПИТАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ И РАЦИОНОВ (аналитический обзор)

*Д.Т. Винничук, доктор сельскохозяйственных наук
И.В. Гончаренко, доктор сельскохозяйственных наук*

Проведен аналитический обзор опубликованных исследований по энергетическому питанию сельскохозяйственных животных с учетом недостатков классической системы оценки кормов на основе кормовых единиц и еще нерешенных проблем использования энергетических принципов для оценки кормовых средств и балансирования рационов, а также рецептуры комбикормов в условиях использования промышленной технологии производства продуктов животноводства.

Питание животных, энергия, система кормления, оценка питательности корма, переваримость.

Основные положения науки о кормлении сельскохозяйственных животных разработаны А.Д. Тэером (*Albrecht Daniel Thaer, нем.; 1752–1828 pp.*) сенные эквиваленты, О. Кельнером (*Oskar Kellner, нем.; 1851–1911 pp.*) крахмальные единицы и их последователями еще около 200 лет назад. За этот период теория и практика питания животных претерпела значительные изменения в следствии модернизации методик исследований, достижений в физиологии и математических методах оценки действия отдельных кормов и их химических комплексов.

В бывшем СССР значительный вклад в науку питания сельскохозяйственных животных сделали ученые и научные учреждения под руководством И.С. Попова [10], А.П. Дмитриченко [3], В.П. Добрынина, П.Д. Пшеничного, Л.К. Эрнста и др.

За этот период значительно изменились объекты исследований, породы и сами племенные животные: изменились их физические и весовые размеры в сторону крупности; резко возросли показатели их продуктивности как за отдельный период, так и за весь период хозяйственного использования, интенсивность обмена веществ и энергии. При этом в большинстве случаев у животных снизились качественные показатели сырья и продукции, устойчивость к неблагоприятным условиям среды, увеличилась частота наследственно обусловленных заболеваний из-за быстрых изменений в технологии воспроизводства животных, оценки генотипа производителей.

Резко изменилась система социально-экономических отношений в среде производства и потребления продуктов животноводства. Доминирующей стала система оценки отраслей животноводства по их экономической эффективности, когда на первое место ставится не биология жи-

вотного, а доход от его использования, что решающим образом влияет на технологию содержания и систему кормления [6, 11].

Изменились и концептуальные положения науки о кормлении животных, как планетарной проблемы движения (кругооборота) веществ и энергии. Раньше животное рассматривалось как биологическая особь, где питание было звеном обмена веществ между организмом и средой. Теперь расширили эту проблему до изучения уровня взаимодействия живой структурированной системы *почва–растения–зоомир* (животные, бактерии) – энергия прямая, обменная, валовая, циклическая и т.п. [1].

Органический мир потребляет огромную часть энергии, но тратит ее по ниспадающей живой системе: каждая из структур систем примерно 50 % потребленных веществ возвращает в окружающую среду (в т.ч. и экскременты) пищевые массы, являющиеся субстратом для жизнедеятельности органического мира низшей ступени сбалансированной системы природы. В этом аспекте ставятся под сомнение перспективы исследований по повышению переваримости кормов сельскохозяйственными животными.

Резкое изменение социально-экономических отношений в обществе сопровождалось катастрофическим уменьшением численности поголовья и даже потерей целых отраслей, например, овцеводства, шелководства, рабочее коневодство, рыбоводство закрытых водоемов (прудов), индейководство и других.

Коммерциализация животноводства сопровождается большим количеством «минусов». За 1990–2010 гг. были полностью уничтожены украинские породы крупного рогатого скота, птицы, свиней, лошадей и других видов животных – всего больше 25 пород. Валовое производство молока, говядины, твердых сыров, другой продукции уменьшилась в разы и совершенно не компенсировалось некоторым увеличением удоев за лактацию у помесей.

Содержание в молоке коров, так называемых новых пород (помесей по голштинской породе 3/4, 7/8 и 15/16) ценнейших ингредиентов (молочный жир и белок снизились до критического уровня – 3,2 % и 2,8...2,6 % соответственно), а по качеству (соотношение аминокислот, содержание казеина, глобулина) вообще не отвечает современным технологическим требованиям для выработки твердых сыров высокого качества, пищевого казеина и других продуктов. Если учесть, что длительность хозяйственного использования коров новых пород составляет, в среднем, два отела, то из полученных 2 телят (бычок+телка) невозможно обеспечить расширенное воспроизводство имеющихся стад коров. А при этих обстоятельствах весьма проблематично планировать увеличение валового производства продукции.

Не лучшая ситуация и в кормопроизводстве: игнорируются естественные потребности лактирующих коров в качественном грубом корме, особенно сене, минеральных веществах, витаминах, жирных кислотах, лекарственных травах и других компонентах, особенно необходимых коровам с удоями 8–10 тыс. кг молока за лактацию. Современный бизнес

стремится получить максимум дохода и при минимуме затрат на полноценное, сбалансированное кормление животных, не обращая внимание на рекомендации ученых. Вот почему наблюдается всплеск технологических решений перевода коров на круглогодичное силосное кормление (в лучшем случае – на сенажный тип), так как при этом получают максимум корма с единицы площади кормового севооборота. При этом находятся «теоретики» универсальности этой системы кормления для всех видов животных. Игнорируется практика и опыт ведения животноводства в США, Германии, Франции, Великобритании [5]. Не освещается и не перенимается опыт в технологии, селекции и воспроизводстве животных стран Новой Зеландии, Австралии, Океании, в которых широко используют пастбища, ориентируются на получение удоев 4–5 тыс. кг молока за лактацию от коровы, проводят осеменение коров спермой «нулевкой». Результат этих стран – лидирующие позиции в мире по валовому производству и экспорту продукции животноводства.

Сейчас активно критикуется традиционная система кормления коров по кормовым единицам, отмечая следующие ее недостатки:

- недостаточно учитывается потребность животных в энергии;
- учитывается лишь потребность коров в основных кормах с учетом количества кормовых единиц, без концентрации энергии в сухом веществе рациона;
- слабо учитывается уровень обменной энергии.

Эта критика справедлива. Надо разрабатывать новые теоретические положения системы оценки кормов для животных разных видов и возраста, их физиологического состояния, использовать современные математические модели вычисления питательности кормов.

В теории жиороотложения Кельнера занижена роль переваримого протеина корма. В обмене веществ главное внимание уделяют обменной энергии. От валовой она отличается минусованием потерь в кале, моче, метане, а от энергии продукции – теплопродукции (ферментация, биосинтез, поддержание жизни). Интересно отметить, что органическое вещество большинства кормов содержит почти одинаковое количество валовой энергии (20 МДж/кг).

Чистая энергия в качестве оценки кормов не может быть принята потому, что на нее влияет очень много факторов. При переходе на учет обменной энергии было две возможности: отказаться от кормовой единицы вообще, или внести новое содержание. На пленуме животноводства ВАСХНИЛ в 1963 г. принят второй вариант, т.е. принято, что новая кормовая единица должна равняться 2500 ккал обменной энергии и назвали ее энергетической кормовой единицей (ЭКЕ) [4].

По системе СИ 2,5 Мкал равняется 10,46 МДж и эту величину округлили до 10 МДж (1976 г.) и назвали ЭКЕД (энергетическая кормовая единица в джоулях). Поэтому 1 ЭКЕД = 10 МДж обменной энергии. Позже ЭКЕД была конкретизирована с указанием вида животных, например, ЭКЕДкрс – для крупного рогатого скота.

Маловероятно, что все корма и их разновидности будут изучены в прямых опытах, поэтому для составления таблиц энергетической питательности кормов применяют математические методы (формулы):

$$ОЭ = \frac{ВЭ \cdot КПЭ \cdot КОПЭ}{100 \cdot 100},$$

где ОЭ – обменная энергия; КПЭ – коэффициент переваримости энергии; КОПЭ – коэффициент обменности переваримой энергии.

Валовую энергию определяют по уравнению:

$$ВЭ \text{ (Мдж/кг СВ)} = 0,0238П + 0,0397Ж + 0,0188К + 0,0175 БЭВ,$$

где П – сырой протеин; Ж – сырой жир; К – сырая клетчатка; БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества; СВ – сухое вещество; ВЭ – валовая энергия.

Все вещества выражены в граммах на 1 кг сухого вещества. Переваримость энергии принята на основании вычислений содержания переваримого органического вещества в 1 кг сухого вещества корма или рациона.

Обменная энергия рациона. Аддитивность обменной энергии кормов принималась условным понятием. Так как тогда не было полных экспериментальных данных, свидетельствующих, при каких условиях можно принимать принцип аддитивности обменной энергии. Обменность рациона принималась как доля обменной энергии от валовой выраженная в процентах [7].

Концентрацию обменной энергии вычисляли в 1 кг сухого вещества рациона.

Для вычисления валовой энергии использовали уравнение:

$$ВЭ = 23,8П + 39,7Ж + 18,8К + 17,5 БЭВ$$

При этом, если в уравнении содержание протеина (П), сырого жира (Ж), сырой клетчатки (К) и безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) выражено в процентах, то сумму делили на 100 и получали МДж на 1 кг корма. Для определения количества переваримой энергии, количество валовой энергии умножали на коэффициент переваримости энергии.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что переваримые органические вещества являются основным источником энергии для животных. Установлена тесная прямолинейная связь между переваримостью органического вещества рациона и содержанием азота в кале животных [9].

Для составления уравнения регрессии, позволяющего определить концентрацию обменной энергии в рационе по содержанию азота в кале животных. Однако, еще недостаточно исследованы процессы превращения и использования организмом животных энергии и протеина кормов, а также промежуточного обмена.

Остается проблематичной связь энергетической оценки питательности кормов с обеспеченностью основными факторами питания: протеином, аминокислотами, витаминами, макро- и микроэлементами, а также заменяемостью компонентов в рецептах комбикормов в пределах кормовой нормы.

Изучены далеко не полностью факторы, регулирующие потребление корма. Валовая энергия корма представляет собой общую потенциа-

льную энергию потребляемого корма и ее часто определяют при помощи сжигания в калориметрических бомбах или путем суммирования средних показателей теплоты сгорания основных компонентов корма: углеводов, липидов, протеина.

Энергия, используемая для кровообращения, экскреции, секреции и респирации, очевидно составляет 25 % этих затрат, остальное расходуется для поддержания мышечного тонуса и температуры тела.

Основной обмен определяли для животных различной величины, и на основании этих данных пришли к выводам: на основную теплопродукцию влияет вес животного, а интенсивность обмена на единицу веса тела у мелких животных выше, чем у крупных [8].

Предполагают, что основной обмен зависит от площади поверхности тела. Вес тела в степени $2/3$ (т.е. $W^{0,66}$ кг) является лучшим индексом поверхности Броди и Клайберг рекомендуют уравнение ккал основного обмена = $70(W^{0,75}$ кг) и принимают его за биологическую константу, применимую ко всем теплокровным животным. Ее часто используют при рассмотрении энергетических категорий при кормлении животных [12]. Например, расчет потребности взрослых животных в энергии на поддержание жизни рассчитывают по формуле:

Потребность, ккал = $a \times b$ (т.е. $W^{0,75}$ кг),
где $W^{0,75}$ – является обменной величиной животных; $b = 70$, число ккал, требуемое на единицу обменной величины в состоянии покоя; a – коэффициент перевода потребности в энергии “при покое” в потребность на поддержание.

После 1810 г., когда были опубликованы «Таблицы сенных эквивалентов» Тэера начали разрабатывать различные варианты кормовых норм, в основном, для молочного скота.

Большая часть энергии откладывается в теле в форме жира и небольших количеств углеводов (гликогена). Животные могут использовать энергию непосредственно из питательных веществ, абсорбируемых из кишечника. Одним из главных источников этой энергии является глюкоза. Однако, образование энергии из гликогена является несколько более эффективной.

У жвачных животных в результате образования углеводистых материалов в рубце образуется значительное количество пропионовой кислоты, которая трансформируется в печени в глюкозу. Жир также является источником энергии, в результате гидролиза жира, глицерол и жирные кислоты становятся доступными для получения энергии.

Животные не откладывают тепла в организме, но могут удерживать его в течение относительно короткого времени.

Пшеничный П.Д. и его многочисленные ученики выполнили огромный объем исследований по нормированию и балансированию кормов рациона для животных разных видов: крупный рогатый скот, свиньи, овцы, птица.

Координация исследований велась на уровне ВАСХНИЛ, сейчас – НААН Украины.

После 1990-х годов эту сложную работу по разработке теории и практики энергетического питания сельскохозяйственных животных возглавил академик И.И. Ибатуллин – ученик и продолжатель дела П.Д. Пшеничного.

Список литературы

1. Винничук Д.Т. Основы зооинженерии / Д.Т. Винничук. – М.: ООО АСТ”, 2004. – 217 с.
2. Волгин В.И. Газоэнергетический объём и использование энергии кормов / В.И. Волгин, С.С. Шамбаев // Труды ВНИИ ФБиП, 1975. – Т. 14. – С. 152–154.
3. Дмитроченко А.П. Методы нормирования кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Дмитроченко. – Л., 1970. – С. 99–135.
4. Дмитроченко А.П. Эффективность использования энергии сельскохозяйственными животными / А.П. Дмитроченко. – Л., 1972. – С. 7–16.
5. Кремптон Э.У. Практика кормления сельскохозяйственных животных / Э.У. Кремптон, Л.Э. Харрис. – М.: Колос, 1972. – 372 с.
6. Мак Дональд П. Питание животных / Мак Дональд П., Эдвардс Р., Гринхалдж Дж. – М.: Колос, 1970. – 503 с.
7. Надальяк Е.А. Изучения обмена энергии и энергетического питания у сельскохозяйственных животных: [метод. указания] / Е.А. Надальяк, В.И. Агафонов, К.Н. Григорьева. – Боровск, 1977. – 46 с.
8. Ньюсхолм Э. Регуляция метаболизма / Ньюсхолм Э. – М., 1977 – 332 с.
9. Олль Ю.К. О нормировании энергетического питания крупного рогатого скота / Ю.К. Олль // Научн. тр. ВНИИ ФБиП., 1975 – Т.14. – С. 98–110.
10. Попов И.С. Обмен веществ и энергия корма / И.С. Попов // Животноводство. – М., 1963. – № 12. – С. 11–14.
11. Синещеков А.Д. Биология питания сельскохозяйственных животных / А.Д. Синещеков. – М., 1965. – 311 с.
12. Schultz E. Fortschritte Fiertisiologie / E. Schultz at al. // Tierernahrung. – 1974. – Bd.4. – S. 1–70

Проведено аналітичний огляд опублікованих досліджень за енергетичним живленням сільськогосподарських тварин з урахуванням недоліків класичної системи оцінки кормів на основі кормових одиниць і ще не розв’язаних проблем використання енергетичних принципів оцінки кормових ресурсів та балансування оптимізованих раціонів, а також рецептури комбикормів в умовах використання промислової технології виробництва продуктів тваринництва.

Живлення тварин, енергія, система годівлі, оцінка поживності корму, перетравність.

Analytical review of published research on energy nutrition of farm livestock was conducted, taking into account insufficiency of classic feed

evaluation system based on fodder units and still unsolved problems of the usage of energy principles for feed materials evaluation and for rations balance, along with mixed feed formula under the conditions of livestock product industrial technology usage.

Nutrition of farm livestock, energy, system of feeding, estimation of food value of feed, digestibility.