

# Качество кормов: Концепции и практика

Мигель Кастильо

*Качество корма влияет на показатели продуктивности животных.*

*Питательная ценность и перевариваемость определяют качество грубых кормов.*

*Оценка показателей качества грубых кормов позволяет распределить корма среди различных групп животных.*

Кормовые травы играют решающую роль в питании травоядных животных и являются основой рациона домашнего скота. Пищевые потребности различных видов и классов пастбищных животных также различны. Таким образом, то, что составляет “высококачественный” корм для одного животного, может быть “низкокачественным” кормом для другого. Например, яловая корова не требует корма того же качества, как дойная корова.

Таким образом, качество корма является относительным понятием, которое лучше всего определяется количественно с точки зрения реакций животных (Allen и др., 2011), таких как молочная производительность, доходность и выход телят. Как правило, чем выше качество корма, тем больше реакция животных. Несмотря на то, что концепция качества грубых кормов хорошо проработана и проста, в действительности это довольно сложное понятие.

Лабораторные анализы грубых кормов могут помочь лучше распределить корма между группам животных с различными пищевыми потребностями и оценить рыночную стоимость кормовых культур. Анализы пищевой ценности (рис. 1), которые включают оценку перевариваемости, полезны для первичной оценки относительной способности кормов влиять на физиологическое состояние животных. Однако



состояние животных также зависит от других факторов, таких как поедаемость корма, содержание компонентов, снижающих качество корма и количество потребленного корма. Сумма этих факторов определяет качество корма (рис. 2).

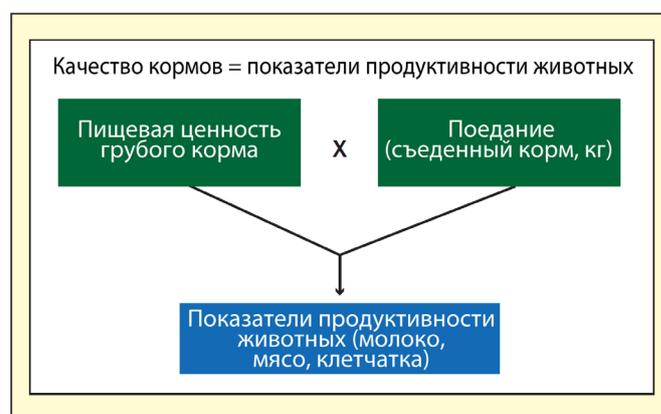


**Рис. 1.** Схема лабораторного анализа компонентов грубых кормов (адаптировано по Моог и др., 2007); КДК – кислотно-детергентная клетчатка; КДЛ – кислотно-детергентный лигнин; НДК – нейтрально детергентная клетчатка; НДРВ – нейтрально детергентные растворимые вещества.

## Факторы, влияющие на качество кормов

### 1. Пищевая ценность

Пищевая ценность грубых кормов оценивается определением концентрации элементов питания в корме и его перевариваемостью, а также изучением состава конечных продуктов переваривания (навоза,



**Рис. 2.** Факторы, влияющие на показатели продуктивности животных или качество грубых кормов (по данным Castillo и Romero, 2016).

помета и т.д.). Существуют три главных питательных компонента грубых кормов – это углеводы, белки и жиры. Ниже мы подробно рассмотрим каждый компонент.

### а. Содержание основных компонентов грубых кормов

**Углеводы** являются основным источником энергии для рубцовых микроорганизмов, ответственных за переваривание корма в рубце. В действительности мы кормим жвачное животное, питая вначале микроорганизмы рубца. Эти микроорганизмы чрезвычайно важны для жвачных животных, потребляющих кормовые травы, потому что они преобразовывают углеводы корма в жирные кислоты, которые являются главным источником энергии для пастбищных жвачных животных. Углеводы грубых кормов подразделяются на структурные углеводы, находящиеся в стенках растительных клеток, и неструктурные углеводы, входящие в состав содержимого клетки.

**Неструктурные углеводы.** Они состоят из различных типов сахаров (например, сахарозы) и резервных углеводов (крахмал и фруктаны). Крахмал присутствует во всех кормах, а фруктаны образуются только в травах прохладного сезона. Крахмал чаще находится в семенах и корнях. Фруктаны находятся в листьях и стеблях, особенно в нижней части растения. Эти углеводы становятся доступными для рубцовых микробов после пережевывания и поэтому быстро и полностью перевариваются.

**Структурные углеводы:** стенки растительных клеток состоят из целлюлозы, гемицеллюлозы, лигнина, пектина, β-глюканов, и полисахаридов. Лигнин является неуглеводным компонентом клеточной стенки, который оказывает негативное влияние на перевариваемость корма. Анализ на содержание перевариваемой клетчатки подразделяет содержимое стенок растительных клеток на нейтрально детергентную клетчатку (neutral detergent fiber, NDF), кислотно-детергентную клетчатку (acid detergent fiber, ADF) и кислотно-детергентный лигнин (acid detergent lignin, ADL). Фракция нейтрально детергентной клетчатки

(NDF) содержит целлюлозу, гемицеллюлозу и лигнин. Пектин и β-глюканы не входят во фракцию нейтрально детергентной клетчатки. Они быстро и полностью перевариваются микроорганизмами жвачных животных. Фракция кислотно-детергентной клетчатки (ADF) включает целлюлозу и лигнин, но она может также содержать некоторые примеси пектина, особенно в бобовых. Фракция кислотно-детергентного лигнина (ADL) состоит из лигнина.

**Белки** являются полимерами аминокислот. Содержание белка обычно определяется как содержание сырого белка (crude protein, CP), которое рассчитывается умножением общей концентрации азота на 6.25. В кормах небелковый азот (NPN), который включает свободные аминокислоты и соединения аммония, как правило составляет 10–20% от общего количества азота, но эта доля может увеличиваться в процессе подвяливания травы и особенно при силосовании (Hatfield и др., 2007). Небелковый азот может быть превращен в бактериальный белок у жвачных животных, но он имеет малую или незначительную пищевую ценность для свиней и домашней птицы. Содержание сырого протеина, как правило, выше в бобовых культурах (15–25%), чем в злаковых травах (10–20%). Азотные удобрения могут значительно увеличить содержание сырого протеина, особенно в злаковых травах. Содержание сырого протеина обычно снижается по мере роста и развития растений из-за накопления клетчатки (Hatfield и др., 2007).

**Жиры** являются самой богатой энергией фракцией, как правило, содержащей в 2.25 раза больше энергии, чем углеводы или белки. Самые важные жиры в грубых кормах – жирные кислоты, триглицериды и фосфолипиды. Жирные кислоты, как правило, составляют 1–3% от содержания сухого вещества корма (DM), причем большинство из них относится к полиненасыщенным кислотам (Hatfield и др., 2007). Пищевой состав отдельных типов кормов представлен в **табл. 1**.

### б. Переваримость

Были разработаны лабораторные (in vitro) методы для оценки переваримости грубых кормов, ко-

**Таблица 1.** Содержание основных компонентов в некоторых грубых кормах<sup>1</sup>.

Корм	ОПВ	Зола	СП	ЭЭ	НДК	КДК
Сено люцерны <sup>2</sup>	60,0	9,2	19,9	2,9	39,3	31,9
Сено бермудской травы <sup>3</sup>	49,0	8,1	7,8	2,7	73,3	36,8
Кукурузный силос <sup>4</sup>	72,0	3,6	18,7	3,1	46,0	26,6
Сено овсяницы <sup>5</sup>	44,0	6,8	10,8	4,7	70,0	39,0
Сено белого горного клевера <sup>6</sup>	60,0	9,4	22,4	2,7	36,0	32,0
Сено ежи сборной <sup>7</sup>	65,0	8,5	12,8	2,9	59,6	33,8
Свежий райграс	84,0	-	17,9	4,1	61,0	38,0
Силос сорго	60,0	5,9	9,4	2,6	60,8	38,8

<sup>1</sup>По данным NRC (2000); ОПВ – общее содержание питательных веществ; СП – сырой протеин; ЭЭ – эфирный экстракт; НДК – нейтрально детергентная клетчатка; КДК – кислотно-детергентная клетчатка.

<sup>2</sup>Высушенный на солнце, начало цветения.

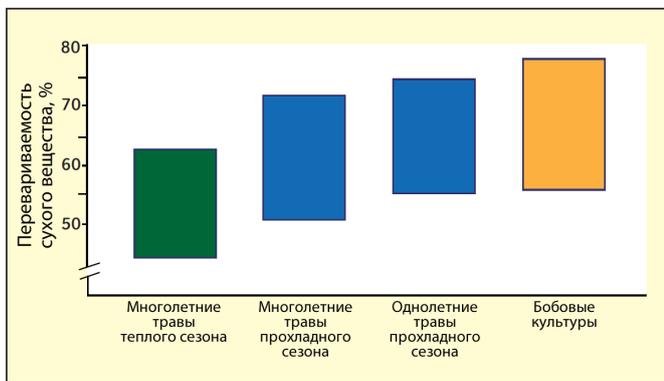
<sup>3</sup>Прибрежный, высушенный на солнце, 43й–56й день роста.

<sup>4</sup>Середина стадии колошения.

<sup>5</sup>Сорт Кентукки 31.

<sup>6</sup>Высушенный на солнце.

<sup>7</sup>Высушенный на солнце, начало цветения.



**Рис. 3.** Диапазоны показателя поедаемости основных типов грубых кормов (по данным Ball и др., 2015). Наблюдается общая тенденция к увеличению показателя, но диапазоны отдельных категорий широки и перекрываются.

торая определяется в литературе как *in vitro* переваримость сухого вещества (*in vitro* DM digestibility, IVDMD) или переваримость. Переваримость всегда имеет самые высокие значения в молодой незрелой растительной ткани и самые низкие в зрелой. В общем, переваримость сухого вещества обычно ниже в кормовых травах теплого сезона, промежуточная в кормах прохладного сезона, и самая большая в бобовых культурах (рис. 3). Переваримость была определена как главный показатель для прогноза продуктивности дойных коров. Увеличение переваримости на одну единицу соответствует увеличению потребления сухого вещества кормов на 0.17 кг/день и увеличению производства нормализованного 4%-ного молока на 0.25 кг/день (Oba and Allen, 1999). Более продуктивные коровы дают большую реакцию. Таким образом, самые продуктивные животные должны снабжаться кормами с большими значениями переваримости.

## 2. Свободное поедание корма

Количество сухого вещества в грубых кормах, которое потребляют животные при неограниченном доступе, называют свободным поеданием. Продуктивность животных зависит от количества ежедневного потребления сухого вещества из грубых кормов, умноженного на его переваримость. Поедание – главный фактор, определяющий продуктивность животных, переваримость – следующий по значению фактор. Животные, потребляющие корма с большим содержанием клетчатки, могут не удовлетворять свои энергетические потребности из-за заполнения рубца, как показано на рис. 4. Однако жвачные животные регулируют поедание корма для удовлетворения своих энергетических потребностей, когда заполнение рубца не является лимитирующим фактором.

К сожалению, поедание является самым трудным для оценки параметром качества корма, потому что фактическое поедание является функцией нескольких показателей корма (поедаемость, физические свойства и усваиваемость питательных веществ), особенностей животных (аппетит и др.) и содержания (рацион, стресс). Тем не менее, содержание нейтрально детергентной клетчатки и переваримость могут ис-

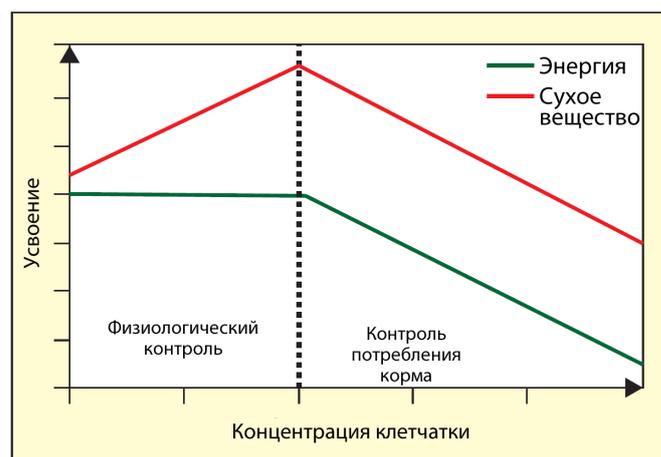
пользоваться для предсказания поедаемости кормов.

## 3. Вкусовые качества кормов

Вкусовые качества корма влияют на предпочтение животных. При неограниченном доступе к кормам животные могут предпочесть один корм другому или часть того же самого корма, исходя из особенностей корма, таких как запах, структура, влажность, высота и плотность травостоя, засоренность, цвет и вкус. Таким образом, вкусовые качества также влияют на интенсивность потребления кормов животными. Высококачественные корма обычно поедаются очень хорошо.

## 4. Факторы, отрицательно влияющие на качество корма

Корма могут содержать некоторые соединения, которые негативно влияют на состояние животных, вызывают болезнь или смерть животных. Это следующие соединения: алкалоиды, танины, и фитоэстрогены бобовых, нитраты, цианогликозиды в белом клевере и сорго, а также микотоксины во многих кормах. Присутствие и уровни содержания этих соединений в кормах варьируют между видами растений (включая сорняки) и часто зависят от чувствительности животных и факторов окружающей среды. Например, повышенное содержание танинов может снизить поедаемость и переваримость рубцом. Но при относительно низком содержании конденсированные танины могут быть полезными, увеличивая содержание транзитного протеина, не расщепляемого в рубце. В целом, качественные корма не должны содержать этих соединений. Если эти соединения присутствуют, они должны быть в малых концентрациях, которые не оказывают отрицательного воздействия на животных и их продуктивность.



**Рис. 4.** Соотношение между содержанием клетчатки и усвоением корма (по данным Collins и Fritz, 2003). Сначала при увеличении концентрации клетчатки потребление сухого вещества (СВ) растет (левая часть графика). При этом потребление энергии остается постоянным, благодаря физиологическим механизмам, регулирующим обмен энергии (физиологический контроль). Когда наполнение желудка достигает максимума, потребление СВ и энергии снижается при дальнейшем росте концентрации клетчатки в корме (контроль наполнения). На этом этапе энергетические потребности, по-видимому, не удовлетворяются из-за высокой концентрации клетчатки в спелом корме.

## Оценка качества корма

Для оценки качества кормов были разработаны две системы, которые используют в качестве показателя индекс, объединяющий поедание и перевариваемость. Индекс относительной ценности кормов (relative feed value, RFV) был разработан Американским советом по лугопастбищному хозяйству и фуражу (American Forage and Grassland Council) (Rohweder и др., 1978). Система относительного качества кормов (relative forage quality, RFQ) была разработана Moore и Undersander (2002). Система RFQ была разработана для преодоления ограничений RFV, в частности его ограниченных возможностей для сравнения кормов разного видового состава и невозможности обновить уравнения прогноза. Это было достигнуто введением IVNDFD в вычисления и использованием уравнений для расчета общего содержания питательных веществ (total digestible nutrient, TDN).

Индекс RFQ имеет преимущества перед индексом RFV, особенно при оценке трав и злаково-бобовых травосмесей по сравнению с бобовыми. В обеих системах значение 100 примерно соответствует люцерне в фазе полного цветения. Чем больше величина индекса, тем лучше качество корма. Дополнительную информацию об этих индексах можно найти в исходной статье (Romero и др., 2014).

## Выводы

Качество кормов – широкое понятие, которое включает не только его питательную ценность, но также его поедание и факторы, отрицательно влияющие на его качество. Качество корма может быть выражено через индекс, такой как RFV и RFQ. Эти индексы могут использоваться для оценки качества корма и его влияния на продуктивность животных. Лучшая оценка качества корма может быть сделана при совместном измерении содержания питательных веществ и *in-vitro* усвоения сухого вещества в рубце. Эта информация может помочь в расчете рационов на основе качества кормов, а также пищевых потребностей и потенциальной продуктивности животных, таких как дойные коровы и растущие бычки.

## Благодарности

Настоящая статья адаптирована из публикации Кооперативной службы распространения сельскохозяйственных знаний и внедрения достижений Калифорнийского университета, с которой можно ознакомиться по адресу: <http://www.forages.ncsu.edu/assets/ag792.pdf>

*Д-р Кастильо – профессор кафедры агрономии кормов Государственного университета штата Северная Каролина, Роли, штат Северная Каролина, США; e-mail: mscastil@ncsu.edu.*

## Литература

- Allen, V.G. et al. 2011. *Grass and Forage Science*, 66:2-28.
- Ball, D.M. et al. 2015. In *Southern Forages*. (pp.163-167). International Plant Nutrition Institute, Peachtree Corners. GA.
- Castillo, M.S. and J.J. Romero. 2016. *Cooperative Extension Service*. AG-824. Available online: <http://www.forages.ncsu.edu/assets/ag-824.pdf> (accessed: Aug. 7, 2017)
- Collins, M. and J.O. Fritz. 2003. In *Forages: An Introduction to Grassland Agriculture*. (R.F. Barnes et al. eds.). pp. 363-390. Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Hatfield, R.D. et al. 2007. In *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, Vol. II. 6th Ed., (R.F. Barnes et al. eds.) Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Moore, J.E., et al. 2007. In *Forages: The Science of Grassland Agriculture*, Vol II. 6th Ed., (R.F. Barnes et al. eds.) Blackwell Publishing, Ames, IA.
- Moore, J.E. and D.J. Undersander. 2002. In *Proc. Am. Forage and Grassl. Council*, Bloomington, MN, 14-17 July 2002 (pp. 171-175). Am. Forage and Grassl. Council., Georgetown, TX.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: 7th Ed.* Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9791>.
- Oba, M., and M.S. Allen. 1999. *J. Dairy Sci.* 82:589-596.
- Rohweder, D. A. et al. 1978. *J. Anim. Sci.* 47:747-759.
- Romero, J.J. et al. 2014. *NCSU Cooperative Extension Service*. AG-792. Available online: <http://www.forages.ncsu.edu/assets/ag792.pdf> (accessed: Aug. 7, 2017).

*Перевод с английского и адаптация: Иванова С.Е.*

# Современные требования и практика эффективного молочного скотоводства: проект в СХПК ПЗ «Майский», Вологодская область

Н.В. Байман

*Современный подход к планированию и выращиванию грубых кормов повышает эффективность производства молока.*

**Б**лагоприятные погодные условия для выращивания злаковых трав на северо-западе России в таких областях, как Вологодская, Ленинградская, Ярославская, Псковская, Тверская дают большие преимущества для скотоводов молочного направления. Одной из основных целей проек-

та Международного института питания растений (Иванова и др., 2018), проводившегося в Вологодской области на базе СХПК ПЗ «Майский», было продемонстрировать тесную взаимосвязь между использованием злаковых трав, качеством заготавливаемого сенажа и рентабельностью, когда каждая