

Питательные вещества и анализ кормов

М. А. Ваттио

Международный Институт им. Бабкока

Введение

Корма содержат питательные вещества, которые используются для удовлетворения потребностей животных. Большинство кормов молочных животных состоит из стеблей, семян и корней различных растений. Кроме того, кормам могут подаваться промышленные побочные остатки (жмыховая мука, патока, пивная дробина, мукомольные отходы и т. д.) и их рацион часто нуждается в добавках небольшого количества минералов и витаминов. Корма для коров обычно разделяются на:

- Фуражи
- Концентраты
- Протеиновые (белковые) добавки
- Витаминные и минеральные добавки

Несмотря на в какой-то мере произвольность такого разделения, классификация кормов основывается на содержании в них определённых питательных веществ. Питательные вещества - это химические соединения, необходимые животному для поддержания жизнедеятельности, роста, производства молока, воспроизводства и поддержания здоровья. Они могут быть разделены на следующие группы:

- Вода
- Энергия (липиды, углеводы, белки)
- Протеин (азотные соединения)
- Минералы
- Витамины

Корма могут также содержать вещества, не имеющие никакой питательной ценности (Рис. 1). Некоторые соединения обладают сложной структурой, не поддающейся перевариванию, и могут мешать процессу переваривания других питательных веществ (например лигнин, танины). Кроме того, некоторые растения содержат токсические вещества, вредно влияющие на здоровье животного.

Состав кормов

Вода (H₂O) и сухие вещества

Если пробы кормов поместить в печь на 24 часа при температуре 105°C то вода, находящаяся в кормах, испарится. Оставшийся продукт называется *сухим веществом*. Различные корма содержат различное количество воды. В ранней стадии роста большинство кормов состоят на 70-80% из воды (т.е. содержат 20-30% сухого вещества). Однако содержание воды в семенах растений не превышает 8-10% (т.е. 90-92% сухого вещества). Содержание воды в кормах не имеет большого значения. Молочные коровы выпивают от 4 до 5 кг воды на каждый килограмм потребляемого сухого вещества. Коровам необходим постоянный доступ к чистой и свежей воде.

В сухом веществе кормов содержатся все питательные вещества (кроме воды), необходимые корове. Содержание в кормах питательных веществ обычно выражается в процентах от количества сухого вещества (% СВ), а не от количества свежих кормов (% СвК), в связи с тем, что:

- Количество воды в кормах изменяется, и поэтому количество питательных веществ значительно легче сравнить, когда оно выражено на основе сухого вещества.
- Концентрация питательных веществ в кормах может быть прямо сравнена с требуемой концентрацией питательных веществ в рационе.

Органические вещества и минералы

Сухое вещество кормов состоит из органических и неорганических веществ. Компоненты, которые содержат углерод (С), водород (Н) и кислород (О) называются органическими. Неорганическими веществами, или *минералами*, называются вещества, содержащие все остальные химические элементы (кальций, фосфор и т.д.) Если пробы

Таблица 1: Минералы, необходимые в рационе жвачных животных, и их химические символы.

Макро-минералы	Химические символы	Микро-минералы	Химические символы
Кальций	Ca	Йод	I
Фосфор	P	Железо	Fe
Магний	Mg	Медь	Cu
Натрий	Na	Кобальт	Co
Калий	K	Марганец	Mn
Хлор	Cl	Молибден	Mo
Сера	S	Цинк	Zn
		Селен	Se

кормов поместить на 24 часа в печь с температурой 550°C, органические вещества, содержащиеся в кормах, сгорают. Несгоревшие остатки, являющиеся минеральной частью кормов, называются золой. Содержание минералов в растениях колеблется в пределах от 1% до 12%. Фуражи обычно содержат больше минералов, чем семена или зёрна. У побочных животных продуктов, содержащих кости, содержание минералов может достигать 30% (в основном кальций и фосфор). Минералы часто подразделяются на макро- и микроминералы (Таблица 1). Это разделение производится, основываясь на потребности организма животного в различных минералах. Некоторые минералы имеют важное значение для организма (например бром, никель, барий), тогда как другие известны, как негативно влияющие на процесс пищеварения (например кремнезём).

Азотосодержащие питательные вещества

Азот является составной частью протеинов (белков) и других органических соединений в кормах. Белки состоят из одной или более цепей аминокислот. Последовательность двадцати аминокислот, присутствующих в протеине, определяется генетическим кодом. Эта последовательность определяет структуру и функцию каждого белка в организме. Некоторые аминокислоты имеют существенное значение для организма, а некоторые нет. В отличие от несущественных аминокислот (те, которые синтезируются в организме), существенные должны находиться в достаточном количестве в рационе, так как организм не может производить их.

Если азот не является частью белковой структуры, такой как аммиак или мочевины, то

его называют непротеиновым (небелковым) азотом (НПА). Для нежвачных животных непротеиновый азот не имеет никакой питательной ценности. Однако у жвачных непротеиновый азот утилизируется бактериями рубца для синтеза аминокислот и производства протеина, который используется коровой.

Датский химик Дж. Г. Киелдал в 1983 году разработал метод для определения количества азота в соединениях. Содержание азота в протеинах составляет в среднем 16%. Поэтому процент подаваемого протеина определяется как процент азота, необходимого животному, умноженный на 6,25 ($100/16=6,25$). Эта характеристика называется количеством сырого протеина (неочищенного белка). Слово "сырой" относится к тому факту, что не весь азот в кормах содержится в форме протеина. Обычно оценка сырого протеина завышает процент содержания в кормах "чистого" протеина (неочищенного белка). Содержание в фуражах сырого протеина может изменяться от 5% и меньше (послеуборочные остатки) до 20% и более (бобовые высокого качества). Мука из жмыха семян масличных культур может содержать 30-50% сырого протеина, а непищевые отходы продукции животноводства - более 60%.

Энергосодержащие питательные вещества

Энергию, содержащуюся в кормах и доступную животному, невозможно определить с помощью лабораторного анализа. Лучшим способом является экспериментальное определение количества энергии. Организм коровы превращает углерод (C), водород (H) и кислород (O), содержащиеся в углеводах, липидах и протеинах, в воду (H₂O) и углекислый газ (CO₂) с выделением энергии. Мегакалория (Мкал) является общепринятой единицей измерения энергии, но Джоуль (Дж) является официальной единицей измерения.

В кормах молочных животных энергия выражается в *Мкал чистой энергии лактации* (NE_l). Эта единица измерения определяет количество энергии в кормах, доступной животному для поддержания жизнедеятельности и производства молока. Например для производства 1 кг молока корове необходимо 0,74 Мкал NE_l, в то время как содержание энергии в кормах изменяется от 0,9 до 2,2 Мкал NE_l на килограмм сухого вещества.

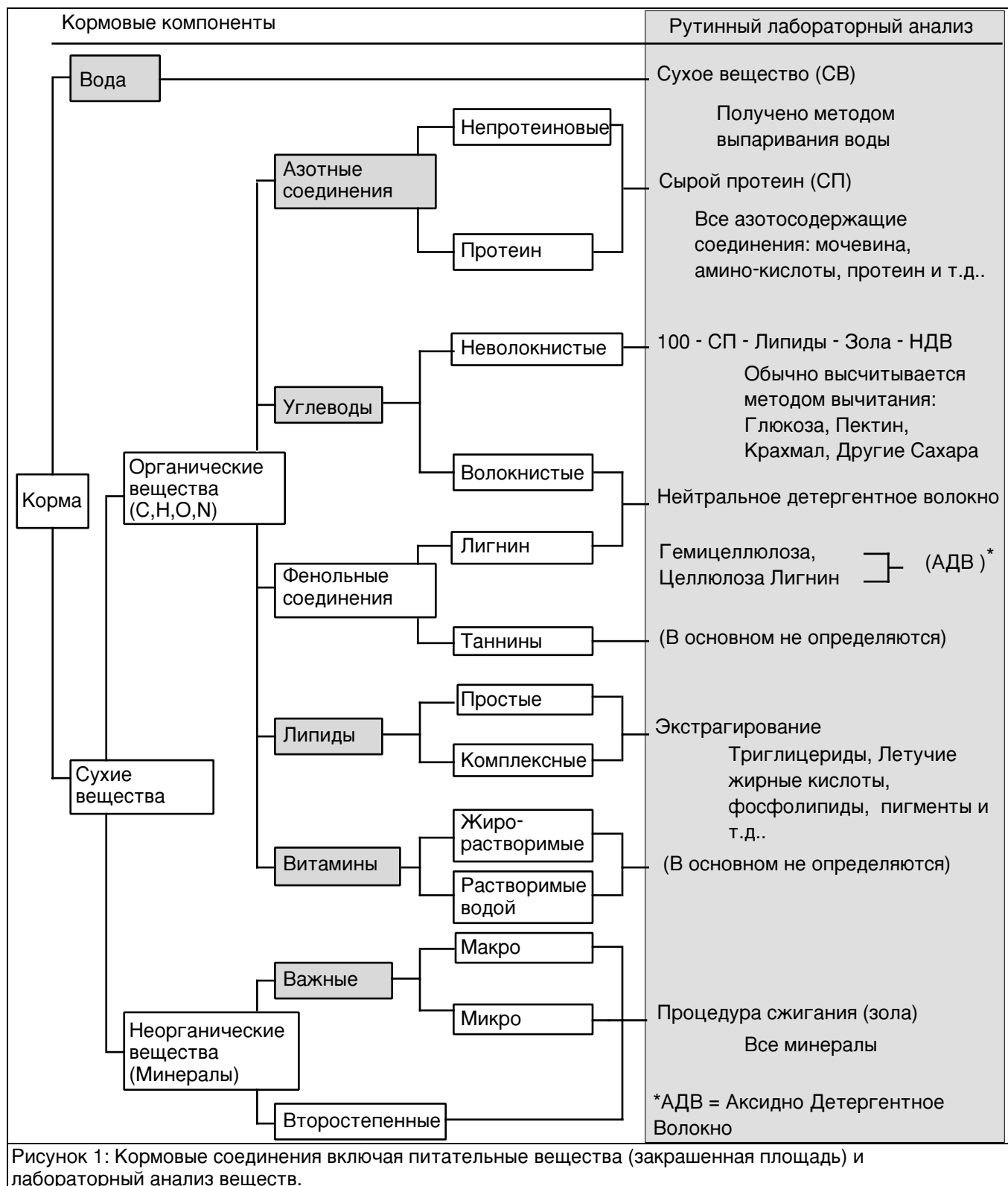


Рисунок 1: Кормовые соединения включая питательные вещества (закрашенная площадь) и лабораторный анализ веществ.

Количество липидов и других жироподобных соединений определяется методом экстрагирования (выделения). Липиды обычно содержат в 2,25 раз больше энергии, чем углеводы. Однако основным источником энергии в фуражах и концентратах остаются

углеводы. Содержание липидов в кормах составляет менее 5%, а углеводов - от 50 до 80%. Углеводы, содержащиеся в растениях, подразделяются на три основных группы:

- Простые сахара (глюкоза, фруктоза).

- Резервные углеводы (крахмал), также упоминающиеся как неструктурные или неволокнистые углеводы (углеводы несоставляющие стенки клеток).
- Структурные углеводы, также упоминаются как волокнистые или углеводы клеточных стенок (целлюлоза и гемицеллюлоза).

Некоторые корма имеют высокую концентрацию глюкозы (патока, молочная сыворотка). Крахмал является главным компонентом в зёрнах зерновых культур (пшеница, ячмень, кукуруза и т.д.). Стебли растений служат главными источниками целлюлозы и гемицеллюлозы. Крахмал и целлюлоза состоят из длинных цепей молекул глюкозы. В крахмале молекулярную связь глюкозы легко разрушить, но в целлюлозе эта связь значительно крепче. Пищеварительные ферменты высших животных неспособны разорвать этой связи. Однако бактерии рубца выделяют ферменты, позволяющие выделить глюкозу из целлюлозы и гемицеллюлозы.

Стенки клеток растений состоят из целлюлозы и гемицеллюлозы, связанных с лигнином (фенольные соединения). Количество клетчатки (т. е. клеточных стенок) в кормах, имеет важное влияние на питательную ценность рациона. В целом, чем меньше количество клетчатки в кормах тем выше энергетическая ценность фуража. Однако клетчатка в форме длинных частиц необходима в диете по следующим причинам:

- Она стимулирует жевание жвачки, что является необходимым условием для поддержания пищеварения и здоровья животного.
- Содержание в рационе клетчатки предотвращает падение жирности молока.

Во многих странах определение количества *сырой клетчатки* всё еще остаётся официальным методом измерения содержания клетчатки в кормах животных, однако этот метод не дает требуемой точности. Метод *нейтрального детергентного волокна* (НДВ) более аккуратно измеряет общее количество целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина в кормах. Потенциальный объем потребления фуража коровой обратно пропорционален содержанию в

нем НДВ. Кроме того, количество кислотного детергентного волокна (КДВ), характеризующее содержание целлюлозы и лигнина, является хорошей оценкой перевариваемости фуража. Сахара, заключённые в НДВ и КДВ, медленно ферментируются бактериями рубца, в то время как вещества, не содержащиеся в стенках клеток растений (растворимое содержимое клеток, как например простые сахара или некоторые протеины), обычно сразу готовы к употреблению бактериями.

Обычно содержание неволокнистых углеводов (НВУ) в кормах вычисляется в предположении, что все, что не является золой, сырым протеином (СП), эфирным экстрактом (ЭЭ) или нейтральным детергентным волокном (НДВ), является неволокнистыми углеводами:

$$\text{НВУ} = 100 - (\text{зола} + \text{СП} + \text{ЭЭ} + \text{НДВ})$$

Витамины

Содержание витаминов в кормах обычно не измеряется, но они жизненно необходимы в небольших количествах для поддержания здоровья животного. Витамины разделяются на водорастворимые (девять витаминов группы В, витамин С) и жирорастворимые витамины (β-каротин, провитамин А, витамины D₂, D₃, Е и К). Коровы обычно не нуждаются в витаминах группы В, так как бактерии рубца могут синтезировать их.

Международный Институт по Исследованию и Развитию Молочного Животноводства им. Бабкока является подразделением Университета Висконсина.

Эта публикация финансировалась специальным Грантом от USDA CSRS номер Гранта 92-34266-7304, а также U.S. Livestock Genetics Export, Inc.

Номер публикации DE-NF-1-122994-R

Эта и другие публикации могут быть затребованы из Института им. Бабкока по следующему адресу:

240 Agricultural Hall
1450 Linden Drive
Madison, WI 53706-1562 USA
Tel. (608) 262 4621
Fax (608) 262 8852