

# Доступность аминокислот

Раздел из брошюры «Аминокислоты в кормлении животных», издатель рабочая группа по кормовым добавкам в кормлении животных (АВТ), перевод Елены Бабенко для soft-agro.com

## Основные понятия

Прежде чем содержащиеся в кормовом протеине аминокислоты смогут использоваться для синтеза протеина в организме, они должны быть освобождены из протеинового соединения (переварены) и усвоены организмом. Факторы, которые влияют на переваривание и усвоение животным, это значимые показатели, которые влияют на доступность аминокислот.

Следует помнить, что во время технических процессов обработки сырья аминокислоты могут быть так изменены, что они хотя и достигнут потенциального места синтеза, т.е. будут переварены и усвоены, но будут в таком виде, что организм не сможет использовать их для синтеза протеина.

Доступность кормовых аминокислот – это их относительная доля, которая имеется в распоряжении организма без ограничений для всех процессов обмена веществ, в которых эта аминокислота нужна.

**Таблица 6. Влияние замены соевого протеина на 50% протеина из мясокостной муки на уровень привесов свиней (живой вес 20-45 кг)**

Группа Замена аминокислот	Соевый протеин	50% соевого протеина		
	1	2	3 + триптофан	4 +триптофан +лизин
Сырой протеин, %	15,2	15,2	15,2	15,3
Триптофан, %	0,12	0,09	0,12	0,12
Илеально перевариваемый триптофан, %	0,09	0,06	0,09	0,09
Лизин, %	0,07	0,66	0,66	0,74
Илеально перевариваемый лизин, %	0,06	0,53	0,53	0,60
Привес, г/день	690	590	610	710
Конверсия корма, кг корма / кг привеса	2,42	2,63	2,63	2,49

Предполагая, что переваренные и усвоенные аминокислоты являются биологически доступными, выделяют категорию перевариваемых аминокислот, которые используют для оценки ценности кормового протеина.

Перевариваемость может быть измерена в различных отделах кишечного тракта. Если определяют перевариваемость в конце тонкого кишечника, говорят о илеальной перевариваемости аминокислот. Этот метод исключает влияние микробиальных преобразований в толстом кишечнике и ведет к более точному прогнозу продуктивности при составлении рационов по сравнению с брутто-аминокислотами (общим количеством аминокислот). Это показано на примере в таблице 6.

Если в рационе из кукурузы и соевого шрота (группа 1) 50% протеина из соевого шрота заменить на мясокостную муку (группы 2-4), это приведет в группе 2 к существенному уменьшению суточных привесов и повышению расхода кормов на кг привеса. Одно только добавление в рацион триптофана (группа 3) до уровня контрольной группы 1 не дает значительного улучшения. В группе 4 кроме триптофана был добавлен лизин до уровня илеального перевариваемого лизина группы 1. И это позволило достичь результатов, которые были даже чуть лучше, чем в контрольной группе. Этот пример позволяет четко показать, что, балансируя рацион, нужно брать за основу илеальные перевариваемые аминокислоты. Если бы ориентировались только на общее количество аминокислот, то фактическая потребность в лизине в группе 4 была бы недооценена, поскольку перевариваемость лизина в мясокостной муке ниже, чем в соевом шроте.

Влияние аминокислот эндогенного происхождения (синтезированных внутри организма) на измерение перевариваемости пытаются минимизировать, пользуясь корректирующими коэффициентами. При этом учитывают, что степень и состав эндогенных выделений зависит от размера потребления сухого вещества, аминокислотного профиля кормового протеина, содержания некрахмальных полисахаридов в корме, кинетики кишечника, микробиальной заселенности кишечника и других факторов. Количественное определение и упорядочивание по каждому конкретному фактору вряд ли возможно при проведении опытов с животными.

Часто понятия перевариваемости и доступности приравниваются. Это может вести к ошибочным расчетам, как показано выше, потому что переваренные и усвоенные аминокислоты не всегда могут использоваться в полной мере для синтеза протеина.

Рассматривая все факторы влияния, приходят к категории физиологически активных аминокислот. Их можно рассчитать для

незаменимых аминокислот в опытах по определению азотного баланса. Они включают в себя также недостаточность ценности аминокислот на уровне обмена веществ, что не получается определить, работая только с показателями перевариваемости.

### Факторы влияния

Как было показано, **перевариваемость** является важнейшим из факторов влияния на доступность кормовых аминокислот. Перевариваемость с учетом относительной вариабельности зависит от вида кормового сырья и определяется с приблизительной точностью в большом количестве опытов с животными, на основании чего потом составляют таблицы для отдельного белкового сырья. Таблица 7 показывает выборку таких данных по важнейшим незаменимым аминокислотам, на основе их действительно илеальной перевариваемости.

Эта информация является шагом вперед с точки зрения кормовой ценности сырья по сравнению с показателем брутто-аминокислот и должны использоваться при составлении кормовых рецептур. Поскольку должны учитываться различные потери в процессе переваривания и ресорбции, например, лизина из зерновых, лучшее обеспечение потребности в аминокислотах возможно как раз с учетом перевариваемых аминокислот.

Для протеина, который не разрушается под воздействием температуры, измерение перевариваемости в конце тонкого кишечника отражает доступность более точно, чем в конце кишечного тракта.

Следующий важный фактор, который влияет на доступность – **технические процессы обработки**, которым должны быть подвержены корма. Здесь аминокислоты могут быть повреждены.

Если происходит термическое повреждение, тогда с определением илеальной перевариваемости доступность соответствующих аминокислот будет

Таблица 7. Настоящая перевариваемость незаменимых аминокислот в некотором кормовом сырье для свиней и птицы, %

	Лизин		Метионин		Метионин + цистин		Треонин		Триптофан	
	Свиньи	Птица	Свиньи	Птица	Свиньи	Птица	Свиньи	Птица	Свиньи	Птица
Пшеница	80	83	89	89	89	87	84	82	90	93
Ячмень	79	80	85	85	85	84	81	84	78	
Рожь	73	75	80	77	81	75	73	78	66	56
Кукуруза	77	82	89	93	88	88	83	85	87	90
Тритикале	85	84	90	89	90	85	82	85		
Кормовые бобы	89	90	79	84	80	82	83	87	75	79
Горох	83	87	78	82	73	78	76	83	75	82
Соевый шрот 44	88	87	90	89	87	84	84	83	82	84
Рапсовый шрот 00	78	80	86	91	85	82	69	82	74	89
Подсолнечный шрот	81	86	89	94	86	88	83	86	79	91
Арахисовый шрот	87	77	88	87	87	82	91	85	76	
Хлопчатниковый шрот	64	60	75	78	72		68	67	65	66
Рыбная мука	93	85	92	90	90	90	92	84	79	69
Мясо-костная мука	83	78	85	84	78	71	83	76	78	71
Сухое обезжиренное молоко	96		95		90		90		85	

Эта потеря доступности может быть определена благодаря измерению физиологически действующих аминокислот.

Многое кормовое сырье перед скармливанием проходит обработку или подвергается хранению. Это относится прежде всего к белковым кормам, но и к зерновым тоже.

Таблица 8 содержит примеры методов обработки и их влияния на доступность аминокислот.

Среди технологических операций во время обработки сырья особенно важным является нагревание. Кормовое сырье подвергается множеству различных термических обработок, например, обжаривание соевых бобов и соевого шрота, рапсовых продуктов, гороха и кормовых бобов; автоклавирование мясокостной и перьевой муки; пастеризация

рыбной муки или высушивание кукурузного глютена и влажных зерновых культур.

Готовые кормосмеси тоже поддаются довольно значительной обработке температурой (гранулирование до 80°C, экспандирование до 110°C, экструдирование до 130°C), что обусловлено процессом производства, целью повысить питательность корма или улучшить его гигиену.

В готовых кормосмесях к тому же часто образуются условия, стимулирующие реакцию Майларда (уменьшающие сахар). Влияние этого способа обработки на отдельные белковые корма и кормосмеси еще мало исследовано, особенно в аспекте обобщающих и тем самым предсказуемых проявлений.

Таблица 8. Технологические операции и возможные повреждения аминокислот

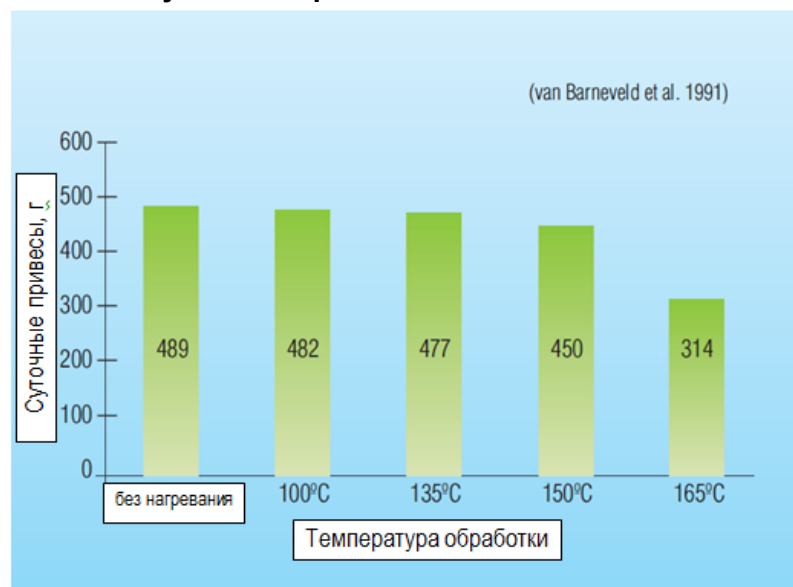
Способ	Реакция	Подверженные аминокислоты
Нагревание (сушка, тостирование)	Реакция Майларда Рацемизация Деструкция Объединение в сети	Лизин
Экстракция протеина	Протеиново- полифенольная реакция	Лизин, метионин, цистин, триптофан
Обработка щелочью	Рацемизация Деструкция Объединение в сети	Лизин, метионин, цистин, фенилаланин, гиститин, треонин
Хранение (образование пероксида)	Продукты окисления + аминокислоты	Метионин, цистин, триптофан, лизин

### Рамки системы оценки

Доступность аминокислот, как было показано выше, может оцениваться по разным категориям. В отличие от показателей общих аминокислот (брутто аминокислот), перевариваемые аминокислоты имеют практическое значение. Система для оценки доступности физиологически активных аминокислот – это тема, которая активно изучается современной наукой.

Для зерновых культур и белкового сырья, которое не повреждается высокой температурой, с доступностью в целом все понятно. Для протеина, проходящего термическую обработку, проводят *in vitro*-тесты на доступность для коррекции, но все же без широкого применения в комбикормовой промышленности.

### Схема 6. Суточные привесы свиней



Степень разрушения незаменимых аминокислот в процессе обмена веществ сегодня еще не достаточно изучена, но это крайне необходимо для точного определения потребности в физиологически активных аминокислотах, особенно для незаменимых аминокислот.

Опыты со свиньями на откорме (схема 6) показывают границы оценки на основе перевариваемых аминокислот. Хотя все рационы были рассчитаны с одинаковым содержанием перевариваемого лизина, привесы снижались с повышением интенсивности тепловой обработки корма.

Целью следующих исследований должна быть разработка адекватной системы для оценки доступности аминокислот, которая даст возможность прогнозировать данные при условиях современных способов обработки кормового сырья. А в будущем исследования только на уровне переваривание-ресорбция будет не достаточно.

*Рационы были составлены с 0,36 г илеального перевариваемого лизина на 1 МДж перевариваемой энергии и термически обработанного гороха*