

НЕКОТОРЫЕ ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОГО МЕТИОНИНА

А. ШКУРИН, заместитель технического и научного директора, ООО «Адиссео Евразия»

ADISSEO
A Bluestar Company

В условиях нестабильности, а точнее постоянного роста цен на сырье, производители комбикормов вынуждены искать новые резервы для оптимизации цен на свою продукцию.

Как известно, рыночная цена любого товара определяется подвижным равновесием между его спросом и предложением. Рост цены на метионин также является результатом смещения этого баланса: в течение нескольких лет наращивание объемов производства мяса (прежде всего птицы, требующей наибольшее количество метионина) опережало динамику роста производства метионина во всех его формах. Во многом это связано с тем, что лишь ограниченное число компаний-производителей, в том числе «Адиссео», продолжало инвестировать в развитие этого бизнеса.

Таким образом, именно дефицит предложений метионина стал определяющим фактором тенденции роста цен на него. Ввиду того, что будет сохраняться несоответствие между темпами роста общемирового производства мяса и метионина, по крайней мере в ближайшие годы, вряд ли стоит ожидать существенного долговременного снижения цен на синтетические источники метионина. Скорее, наоборот.

В связи с этим нужно вспомнить о том, что синтетическим источником метионина в комбикормах является не только привычный всем нам сухой DL-метионин, но и жидкий гидроксиметионин, использование которого с экономической точки зрения более выгодно. Поэтому именно он применяется большинством крупнейших производителей мяса птицы, например, в США. Это вызвано, с одной стороны, выгодным соотношением между содержанием активного вещества и ценой по сравнению с сухим метионином. С другой — удобством использования, так как при производстве комбикорма он подается непосредственно в смеситель через установку ввода жидких компонентов. При этом освобождаются бункера на линии микродозирования для размещения других компонентов.

Что собой представляет жидкий гидроксиметионин? По физическим свойствам коммерческий продукт **Родимет® АТ88**, содержащий по массе 88% активного вещества (12% воды добавляется в состав продукта для обеспечения технологичности его использования во избежание чрезмерной вязкости), — это жидкость светло-коричневого цвета со специфическим запахом. Его плотность при температуре 20°C составляет 1,23 г/см³, кристаллизация происходит при 40°C. По химической структуре Родимет® АТ88

является DL-2-гидрокси-4-метилтибутановой кислотой и от сухого синтетического DL-метионина (DL-2-амино-4-метилтибутановая кислота) отличается только тем, что в составе его молекулы вместо аминогруппы —NH₂ содержится гидроксильная группа —OH. В процессе метаболизма в организме D- и L-гидроксиметионин превращается в L-метионин, необходимый для синтеза белка и прочих функций. Коэффициент биотрансформации D-метионина, которого в составе привычной нам синтетической формы ровно 50% (!), в L-метионин составляет 100%. В повседневной практике мы даже не задумываемся над этим и используем в программе оптимизации рациона значение усвояемого метионина, равное содержанию смеси D- и L-изомеров, то есть 99%.

Детальное описание механизма превращения гидроксиметионина в L-метионин находится за рамками данной статьи, но если кратко, отметим, что процесс во многом аналогичен конвертации D-метионина в L-метионин. В результате короткой цепочки биохимических реакций одна молекула DL-гидроксиметионина биологически эквивалентна одной молекуле DL-метионина. Таким образом, биохимическая эквивалентность гидроксиметионина на молекулярной основе также составляет 100%. Исследования и производственная практика большинства хозяйств это подтверждают. Учитывая 88%-ное (по массе) содержание гидроксиметионина в Родимет® АТ88, при расчете рецептов в программе оптимизации для корректного сопоставления продукта с синтетическим DL-метионином обычно используют следующие значения в матрице продукта: эквивалент сырого протеина — 51,7%, усвояемого метионина — 88,0%, усвояемых метионина + цистина — 88,0%; обменная энергия для птицы (INRA, 2004) — 3990 ккал/кг, или 16,7 МДж/кг, для свиней — 4730 ккал/кг, или 19,8 МДж/кг; чистая энергия для свиней — 3660 ккал/кг, или 15,3 МДж/кг.

Для равномерного распределения жидкого гидроксиметионина в массе комбикорма необходимо использовать на комбикормовом заводе специальные установки, предназначенные для подачи этого компонента в смеситель. Окупаемость таких установок составляет от нескольких

недель до нескольких месяцев, в зависимости от объемов производства комбикормов на конкретном предприятии, а также от экономической эффективности применения Родимет® АТ88 (100–300 руб./т), которая определяется уровнем его ввода.

Широкое использование Родимет® АТ88 в птицеводстве и свиноводстве во всем мире доказывает его высокую эффективность как источника метионина. Более того, исследования последних показывают, что жидкий гидроксиметионин не только восполняет потребность в соответствующей аминокислоте, но и обладает другими положительными свойствами, о которых не стоит забывать на практике. Остановимся на наиболее интересных из них.

ПОДКИСЛЯЮЩИЕ СВОЙСТВА

Известно, что для поросят период после отъема от свиноматки является наиболее критической фазой роста. При этом ранний отъем создает дополнительные проблемы, связанные с незрелостью желудочно-кишечного тракта молодняка. Организм поросят в этом возрасте не способен в полной мере секретировать желудочный сок, чтобы обеспечить хорошую перевариваемость корма. Низкая продукция соляной кислоты и, следовательно, риск возникновения расстройства пищеварения требуют дополнительного ввода в комбикорм органических кислот для компенсации секреторной недостаточности желудка. Эта же проблема, хотя и в меньшей степени, возникает при выращивании цыплят-бройлеров в первые дни жизни. Скармливание им большого количества соевого шрота с высоким содержанием сырого протеина, а также источников кальция обуславливает высокую кислотосвязывающую способность предстартовых и стартовых кормов.

Величина константы диссоциации органических кислот рКа (характеризует силу кислоты), часто используемых в коммерческих кормовых подкислителях, находится в пределах 3,5–4,8. Жидкий гидроксиметионин благодаря наличию в своем составе карбоксильной группы, является типичной органической кислотой и обладает довольно высокой степенью диссоциации — рКа 3,8. Соответственно, рН коммерческого продукта тоже очень низкое — 1,0 ед. Именно по этой причине все оборудование для ввода жидкого метионина изготавливается из нержавеющей стали специальных марок.

Таким образом, кислотные свойства жидкого гидроксиметионина очевидны. Однако возникает вопрос: насколько он может быть эффективен в качестве подкислителя?

В исследовательском центре компании «Адиссео» был проведен эксперимент *in vitro*, в котором изучалась подкисляющая способность жидкого гидроксиметионина в сравнении с другими органическими кислотами. Использовалась модель искусственного кишечника — экспериментальная основа для исследования физиологических процессов в желудочно-кишечном тракте

животных и человека. Она позволяет точно воссоздать условия, аналогичные живому организму, предоставляя при этом неограниченный доступ к различным отделам пищеварительной системы в любое время. Изменялось количество соляной кислоты, необходимое для снижения рН содержимого с 7,0 до 2,0 ед., при вводе в тестовый комбикорм различных органических кислот и жидкого метионина. В результате была установлена эквивалентность между Родимет® АТ88 и органическими кислотами. Выяснилось, что 1,5 кг жидкого метионина в качестве подкислителя соответствует 1,08 кг масляной, 0,95 кг муравьиной, 1,21 кг фумаровой, 0,91 кг пропионовой, 0,83 кг молочной кислот (Y. Mercier и K. Liu, 2007).

Как и следовало ожидать, жидкий гидроксиметионин действует как типичная органическая кислота и способен в соотношении примерно 1,5:1 (по массе) заменять коммерческие подкислители. Это может приносить дополнительную реальную экономию, равную стоимости коммерческих подкислителей, поскольку Родимет® АТ88 применяется главным образом как альтернативный источник метионина, а подкисляющие свойства производители комбикормов получают фактически бесплатно, поскольку они не учитываются в стоимости продукта.

АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА

Говоря о подкисляющих свойствах органических кислот, не стоит забывать об их второй важной положительной функции — антибактериальной. Кормовые антибиотики в течение многих десятилетий широко использовались во всем мире при производстве животноводческой продукции. В настоящее время в европейских странах их применение в качестве стимуляторов роста полностью запрещено. Одним из основных механизмов действия кормовых антибиотиков является подавление кишечной патогенной микрофлоры и, следовательно, снижение конкуренции между кишечными бактериями и их хозяином за питательные вещества. Начиная с середины 90-х годов множество альтернативных методов было испытано как в птицеводстве, так и в свиноводстве. На практике все больше применяются препараты органических кислот и их солей. Если ростостимулирующие свойства препаратов органических кислот пока еще не столь очевидны и стабильны (в сравнении с антибиотическими препаратами), то их значение в снижении контаминации мясopодуктов возбудителями токсикоинфекций (например, *S. enteritidis*, *S. typhimurium*, *E. coli*) переоценить невозможно. Кормовые антибиотики практически не снижают колонизацию кишечника этими микроорганизмами, поскольку действуют в основном на грамположительную микрофлору. Кроме того, органические кислоты сдерживают развитие клостридий, в частности *Clostridium perfringens*, против которых и направлено действие кормовых антибиотиков, а также ряда других микроорганизмов, включая микроскопические грибы, что важно при хранении комбикормов.



Естественно, жидкий гидроксиметионин как органическая кислота также обладает антимикробными свойствами. Результаты исследований показали заметную эффективность гидроксиметионина в подавлении деятельности кишечной микрофлоры, измеренную методом сравнительной активности газообразования летучих сернистых соединений как *in vivo*, так и *in vitro* (Mercier и соавт., 2007).

У многих кислот, применяемых в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы, не одинаковая антимикробная активность в отношении определенных микроорганизмов. Так, основное свойство пропионовой кислоты — подавление роста плесени и преимущественно грамотрицательных бактерий, лауриновой — подавление клостридий и т.д. Примечательно, что гидроксиметионин, введенный в состав комбикорма вместо DL-метионина, обладает высокой специфической ингибирующей активностью *in vivo* в отношении кампилобактерий *C. jejuni* и *C. coli* (Geraert и соавт., 2005). Следует отметить, что кампилобактерии являются возбудителями серьезных кишечных инфекций у человека и одной из самых распространенных причин заболевания, известного как «диарея путешественников». Считается, что домашняя птица — это основной источник заражения человека кампилобактериями, и поэтому мерам снижения носительства птицей этих бактерий уделяется все большее внимание в мировой практике.

Второе специфическое антимикробное свойство гидроксиметионина — выраженная способность подавления роста грибов *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus* и *Fusarium graminearum* в концентрациях, соответствующих вводу гидроксиметионина в комбикорма — 0,15–0,4% (Mercier и соавт., 2008). Это свойство может иметь практическое значение при относительно длительном сроке хранения комбикорма, например стартовых кормов для бройлеров, которые обычно несколько дней находятся в бункере из-за медленного их потребления.

АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА

Когда речь заходит об антиоксидантных свойствах каких-либо компонентов, мы, конечно, вспоминаем о витаминах, таких как E и C, а также о селене и специфических препаратах, и не задумываемся об аминокислотах. Однако серосодержащие аминокислоты играют большую роль в различных антиоксидантных системах клетки. Метионин считается главной целью свободных радикалов в составе протеина и совместно с селеносодержащим ферментом метионинсульфоксидредуктазой, которая затем восстанавливает окисленный метионин, он может рассматриваться как система захвата и нейтрализации свободных радикалов (Stadman и соавт., 2005). Цистеин также показывает себя как мощная детоксицирующая аминокислота вследствие того, что необходим для синтеза глутатиона и таурина. Глутатион (GSH) — специфический трипептид, состоящий из остатков глутамина, цистеина и глицина и представляющий собой важный водорастворимый антиоксидант внутри

клетки. Под воздействием перекисей восстановленный глутатион окисляется при участии другого селеносодержащего фермента — глутатионпероксидазы. В результате две его молекулы соединяются дисульфидным мостиком —S—S— между остатками цистеина, образуя окисленный глутатион (GSSG), отдавая при этом два атома водорода, которые расходятся на нейтрализацию активного кислорода с образованием молекулы воды. Поскольку наличие цистеина — это главный лимитирующий фактор в синтезе глутатиона внутри клетки, его достаточное поступление крайне необходимо для обеспечения антиоксидантной защиты клетки.

Оксидативный стресс или воспалительные процессы могут вызывать «условный» дефицит цистеина из-за резко возрастающей потребности в нем, поэтому DL-метионин и гидроксиметионин в различной степени влияют на оксидативный статус организма. Дело в том, что гидроксиметионин в большей степени трансформируется в цистеин и таурин, поэтому эффективнее поддерживает антиоксидантные механизмы клетки, главным образом за счет более высокого соотношения восстановленного и окисленного глутатиона (Swennen и соавт., 2011; Willemssen и соавт., 2010). Интересно, что более выраженный антиоксидантный эффект жидкого метионина продемонстрирован и при хранении грудных мышц (Berg и соавт., 2012), что выражалось в торможении перекисного окисления липидов.

Отрицательные последствия в виде задержки роста цыплят-бройлеров, вызванные метаболическим стрессом из-за высокого энергопротеинового соотношения (низкого уровня сырого протеина в корме на фоне высокого уровня энергии), были частично смягчены добавкой гидроксиметионина (Swennen и соавт., 2011). При этом было отмечено повышение антиоксидантного статуса цыплят, что выразилось в снижении перекисного окисления липидов. По мнению авторов, высокие концентрации восстановленного и общего глутатиона в печени способствовали улучшению восстановительных способностей организма и могли быть связаны с лучшей конвертацией НМТВА в цистеин и, следовательно, в глутатион.

Гепатопротективные и антиоксидантные свойства жидкого гидроксиметионина, возможно, объясняют популярность его применения путем выпойки непосредственно через систему поения при различных токсикозах и расклеве в родительском стаде бройлеров и в промышленном стаде кур-несушек.

Таким образом, дополнительные положительные свойства гидроксиметионина Родимет® АТ88, выходящие за рамки простой экономической целесообразности его использования как синтетического источника метионина, возможно, станут весомым аргументом в пользу принятия решения о применении этой жидкой добавки и, следовательно, монтаже соответствующей установки для ее ввода в смеситель. ■