

ФУНКЦИИ ТРЕОНИНА В ОРГАНИЗМЕ СВИНЕЙ И БРОЙЛЕРОВ*

ДЖ. ХТУУ, д-р, компания Evonik Industries

Роль треонина в синтезе муцина

Муцины — это высокомолекулярные гликозилированные белки, которые синтезируются в бокаловидных клетках (один из типов эпителиальных клеток) и присутствуют в слизи (Stoll, 2006). Выделение слизи происходит по всему желудочно-кишечному тракту, что позволяет защитить его стенки от повреждений и обеспечить выполнение иммунной функции (Li и соавт., 2007). Содержание треонина в слизи очень высоко — около 30% от общего уровня аминокислот слизи и 11% от общего уровня эндогенных протеинов содержимого подвздошной кишки свиней (Lien и соавт., 1997).

Муцин синтезируется постоянно и устойчив к перевариванию, так как содержит O-связанные олигосахариды с высокой плотностью, соединенные с остатками треонина и/или серина в центральной цепи белка (Strous и Dekker, 1992). Это означает, что аминокислота, секретлируемая со слизью, не может быть повторно использована в организме животного (van der Schoor и соавт., 2002). Таким образом, увеличение секреции слизи будет всегда сопровождаться увеличением эндогенных потерь аминокислот, в первую очередь треонина. Синтез муцина и его потери в ЖКТ — основной фактор, обуславливающий высокую потребность в треонине на поддержание жизни (Stoll и соавт., 1998).

Nichols и Bertolo (2008) обнаружили, что скорость фракционного синтеза (СФС) муцина в кишечнике поросят (в процентном выражении от пула муцина, синтезируемого в течение суток) возрастает линейно при повышении поступления треонина в просвет ки-

шечника (рис. 1). Синтез *de novo* муцина слизистой оболочкой напрямую зависит от концентрации треонина в просвете кишечника, что подчеркивает важность достаточного поступления этой аминокислоты с кормом. Wang и соавт. (2007) в ходе опыта скармливали поросытам-отъемышам в течение 14 дней один из трех рационов, которые отличались дефицитным, нормальным или избыточным содержанием стандартизированного илеально доступного (SID) треонина (0,37; 0,74 или 1,11%). Они обнаружили, что скорость фракционного синтеза муцина в слизистой оболочке и в тощей кишке поросят, которые получали рацион с достаточным уровнем треонина (0,74% стандартизированного илеально доступного треонина), оказалась выше, чем в группах, где животным скармливали рацион с избытком или недостатком треонина (рис. 2). Hamard и соавт. (2007) указывают на тот факт, что дефицит треонина приводит к ухудшению защитной функции кишечника и синтеза муцина у поросят. Wang и соавт. (2010) отмечают, что недостаток или избыток треонина в рационе может подавлять экспрессию в кишечнике гена муцина и ухудшать защитную функцию кишечника поросят после отъема. Они обнаружили, что уровень треонина в рационе, который необходим для оптимизации защитной функции кишечника, выше уровня, который необходим для получения максимальных показателей роста. Эти данные позволяют предположить, что при дефиците треонина в рационе его доступность для синтеза муцина становится ограниченной, что приводит к подавлению защитной функции кишечника.

Рационы, содержащие компоненты с высоким уровнем клетчатки и/или

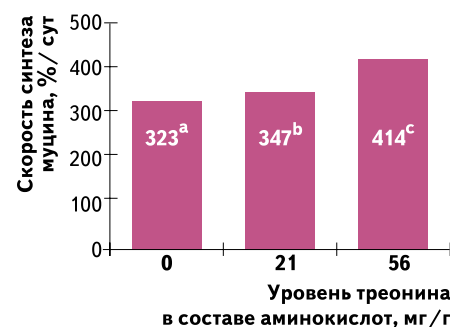


Рис. 1. Влияние разного уровня треонина на скорость фракционного синтеза муцина у поросят (Nichols и Bertolo, 2008; $P < 0,05$)

антипитательных факторов, способствуют увеличению секреции муцина и эндогенных потерь в тонком отделе кишечника (Montagne и соавт., 2004). Murie и соавт. (2008) обнаружили, что эндогенные потери треонина и серина оказались наибольшими у поросят на дорастивании, которые получали рационы с пшеничными отрубями и ячменем, богатые клетчаткой (гемицеллюлоза). В другом опыте на поросятах на дорастивании Zhu и соавт. (2005) обнаружили, что при увеличе-

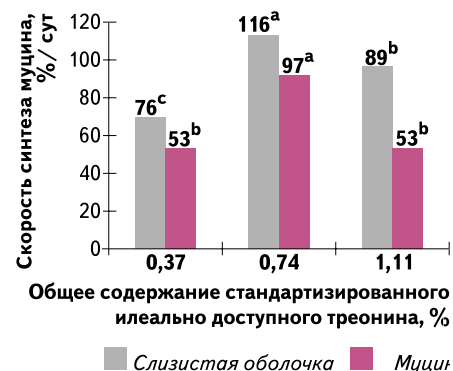


Рис. 2. Влияние разного уровня треонина на скорость фракционного синтеза муцина в слизистой оболочке и в тощей кишке поросят (Wang и соавт., 2007; $P < 0,05$)

* Окончание. Начало в №1-2015

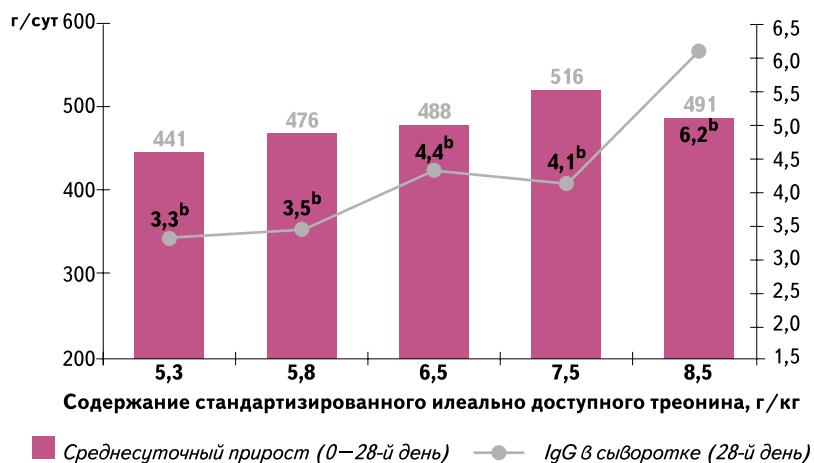


Рис. 3. Влияние разного уровня треонина на продуктивность поросят и концентрацию IgG в сыворотке их крови (Wang и соавт., 2006; $P < 0,05$)

нии содержания пектина (растворимый некрахмалистый полисахарид) в рационе с дефицитом треонина в организме меньше откладывается протеина, чем при скармливании рациона с недостатком лизина, что связано с увеличенными эндогенными потерями треонина. Таким образом, при скармливании рационов с повышенным содержанием клетчатки или антипитательных веществ потребность в треонине для синтеза муцина возрастает.

Роль треонина в синтезе иммуноглобулинов

Иммунная супрессия, вызванная субклиническими заболеваниями, оказывает негативное влияние на использование питательных веществ и продуктивность животных. При этом противовоспалительные цитокины (в частности, интерлейкин (ИЛ)-1 β , ИЛ-6 и фактор некроза опухоли (ФНО)- α), выделяемые макрофагами, изменяют это использование (Colditz, 2002). В таких условиях печень становится главным органом, оказывающим влияние на синтез белков в организме. Происходит перераспределение использования питательных веществ: они направляются в первую очередь к тканям, которые принимают участие в иммунной реакции, повышая потребность организма в аминокислотах (Reeds и Jahoor, 2001).

ЖКТ — это один из крупнейших органов иммунной системы. Действи-

тельно, в нем количество лимфоцитов составляет более 10^{12} и наибольшая концентрация антител. Это значительно выше, чем в любом другом органе (Mayer, 2000). Эпителиальные клетки кишечника также секретируют муцин, антибиотические пептиды и иммуноглобулины, которые ограничивают взаимодействие возможных патогенов со слизистой оболочкой кишечника (Oswald, 2006). Плазматические клетки производят иммуноглобулины, чтобы инактивировать антигены в организме. Треонин, лейцин и валин составляют большую часть гликопротеина иммуноглобулина (Weacom и Bowl, 1951). Доля треонина в составе иммуноглобулинов самая высокая — около 10% в иммуноглобулинах, например, молока (Bowland, 1966; Han и Lee, 2000). В период гуморального иммунного ответа лимфоциты в крови секретируют иммуноглобулины, которые связывают и инактивируют антигены (Low и соавт., 1979).

Из-за высокого содержания треонина в иммуноглобулинах его недостаток в рационе может привести к сокращению их синтеза. Иммуноглобулин G (IgG) — наиболее распространенный иммуноглобулин в плазме крови. Суарон и соавт. (1984) показали, что у свиней при скармливании рационов с достаточным содержанием треонина уровень IgG в плазме на 25% больше, чем у животных, которым скармливали рацион с дефицитом треонина. Они

предположили, что треонин, вероятно, является первой лимитирующей аминокислотой для синтеза IgG у свиней при использовании рационов, содержащих сорго. Hsu и соавт. (2001) в своем исследовании отметили, что добавление к низкопротеиновому рациону свиноматок L-треонина (0,14%) в течение супоросности приводит к увеличению концентрации IgG в молоке в период опороса и в период лактации. Кроме того, добавление треонина в рацион сопровождается увеличением синтеза гуморальных антител и уровня IgG в сыворотке крови поросят на доращивании (Li и соавт., 1999). Wang и соавт. (2006) отмечают, что увеличение потребления треонина с кормом в течение 28 дней сопровождалось повышением уровня IgG в сыворотке крови поросят с живой массой 10–25 кг. Кроме того, потребность в треонине для оптимизации иммунной функции выше, чем для роста (рис. 3). Таким образом, ограничение синтеза иммуноглобулинов может быть вызвано недостатком треонина в рационе, что подтверждает важную роль этой аминокислоты в активизации иммунного ответа в организме животных.

Потребность в треонине при иммунной супрессии

Патогенные микроорганизмы могут оказывать отрицательное влияние на морфологическую структуру и функцию кишечника. Воспалительные процессы в нем приводят к увеличению секреции эндогенного протеина и потребности в незаменимых аминокислотах в пресистемном метаболизме (Baracos, 2004). Так, Remond и соавт. (2009) отмечают, что при воспалении подвздошной кишки у карликовых свиней поступление треонина в систему воротной вены возросло более чем в 6 раз, а фракционный синтез муцина в подвздошной кишке увеличился приблизительно на 90%. Этот факт свидетельствует о том, что потребность в треонине увеличивается при воспалении кишечника. Trevisi и соавт. (2011) указывают на то, что повышение уровня треонина в рационе свиней при инфекции, вызванной кишечной

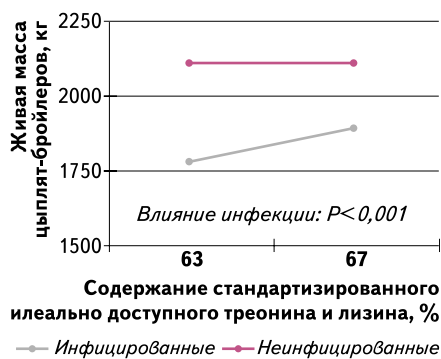


Рис. 4. Влияние соотношения стандартизованного илеально доступного треонина и лизина в рационе на среднесуточный прирост живой массы цыплят-бройлеров в возрасте 9–37 дней, инфицированных и неинфицированных клостридией (Star и соавт., 2012)

палочкой K88, привело к увеличению потребления корма и компенсировало падение темпов прироста живой массы. Они пришли к заключению, что при иммунной супрессии соотношение стандартизованного илеально доступного треонина и лизина должно быть увеличено с 65 до 70%.

Bhargava и соавт. (1971) ранее отмечали, что у цыплят, зараженных вирусом Ньюкасла, титры антител в сыворотке крови повышаются при увеличении потребления треонина с кормом. Также снижается количество случаев синдрома внезапной смерти у

петушков (Dozier и соавт., 2001). Faure и соавт. (2007) установили, что использование треонина для синтеза белков острой фазы и синтеза кишечного муцина у крыс увеличивается в период инфекции. Интересно, что добавление 2-миллимолярного раствора треонина в питательную среду предотвращает апоптоз, в то время как рост клеток и синтез антител в лимфоцитах у мышей увеличивается (Duval и соавт., 1991). Совсем недавно Star и соавт. (2012) показали, что у цыплят-бройлеров в возрасте 9–37 дней с субклиническим заболеванием кишечника, вызванным клостридией, среднесуточный прирост массы был существенно выше при повышенном соотношении стандартизованного илеально доступного треонина и лизина (67 и 73%, рис. 4).

Санитарные условия на ферме могут повлиять на здоровье или состояние иммунной системы животных. Le Floch и соавт. (2006) обнаружили, что у поросят-отъемышей при нарушении санитарных условий содержания прирост живой массы и эффективность кормления были ниже, как и концентрация в плазме крови глутатиона, треонина и триптофана, чем у животных при нормальных условиях содержания. Кормление животных рационами без добавления антибиотиков может привести к увеличению количества микроорганизмов в ЖКТ и, возможно, повли-

ять на состояние здоровья кишечника и использование аминокислот. В работе Bikker и соавт. (2007) сообщается о том, что соотношение стандартизованного илеально доступного треонина и лизина для оптимизации среднесуточного прироста свиней с живой массой 25–110 кг при скормливании рационов без антибиотиков было выше (71%), чем в группах, где использовали рационы с добавлением антибиотиков (65%; рис. 5).

Оптимальное соотношение треонина и лизина было выше и достигало 85% при содержании бройлеров (42–56 дней) в антисанитарных условиях; при нормальных условиях этот показатель составил 70% (Kidd и соавт., 2003). Corzo и соавт. (2007) также отмечают, что при нарушении санитарных условий содержания бройлеров (1–42 дня) оптимальное соотношение треонина и лизина возрастает с 66 до 69%.

Как показывают результаты исследований, иммунная супрессия сопровождается повышением потребности в треонине, вызванным увеличением эндогенных потерь и синтеза иммуноглобулинов. В плохих санитарных условиях или в случае субклинических заболеваний без использования антибиотиков в составе рационов необходимо повышать соотношение стандартизованного илеально доступного треонина и лизина примерно на 5% сверх рекомендуемого в настоящее время уровня (для свиней с 65% до 70%) для поддержания защитной функции кишечника и увеличения продуктивности свиней и бройлеров.

Итак, треонин играет большую роль в синтезе муцина, иммуноглобулинов и глицина, а также в поддержании защитной функции кишечника. Его недостаток в рационе приводит к снижению выделения муцина и синтеза иммуноглобулинов. При повышенной нагрузке на иммунитет животных важно обеспечить достаточный уровень треонина в рационе.

Список научной литературы, использованной при подготовке статьи, можно запросить в редакции. ■

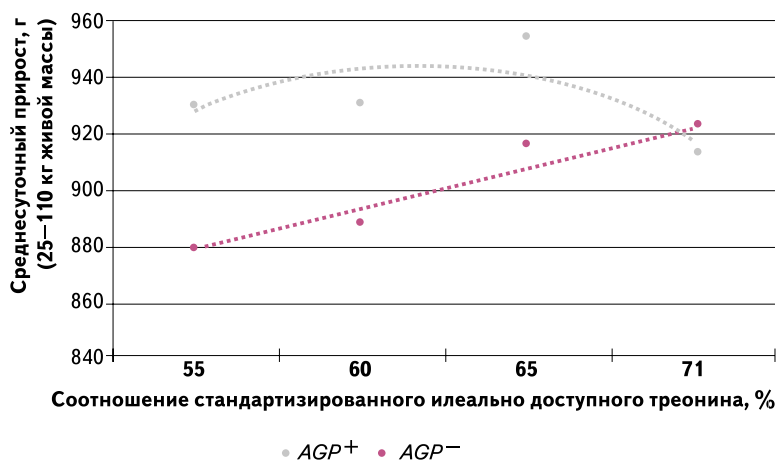


Рис. 5. Влияние соотношения стандартизованного илеально доступного треонина и лизина в рационе на среднесуточный прирост живой массы поросят при использовании рационов с антибиотиками и без них (Bikker и соавт., 2007)