ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ТРИПТОФАНА И ЛИЗИНА В РАЦИОНЕ СВИНОМАТОК*

ДЖ. ХТУ, профессор, компания Evonik Industries AG, Германия

Оценка оптимального соотношения стандартизированных илеально доступных триптофана и лизина (SID Trp:Lys) в кормах для супоросных свиноматок. Исследователи *Meisinger и Speer* (1979) определили оптимальный уровень триптофана (Trp) в рационах для супоросных свиноматок. В рацион на основе кукурузы и желатина они вводили разное количество L-триптофана (0,46% общего лизина (Lys) и 0,035% общего Trp) для получения пяти уровней потребления Trp: 0,64; 1,04; 1,44; 1,84 и 2,24 г/сут. Опытные рационы скармливали в индивидуальном порядке 25 помесным свинкам (породы йоркшир × ландрас) по 2 кг/сут. в первый период супоросности и 1,82 кг/сут. во второй и третий периоды. В соответствии с коэффициентами стандартизированной илеальной доступности для кукурузы и желатина (AminoDat® 3.0) соотношение SID Trp:Lys в экспериментальных рационах составило 6,7; 11,7; 16,8; 21,8 и 26,8%, соответственно. В течение следующих трех недель лактации все свиноматки получали одинаковый рацион, размер гнезда и потребление корма были стандартизированы.

Концентрация Trp в плазме и в мозге супоросных свиноматок с повышением соотношения Trp:Lys в рационе увеличивалась линейно (рис. 1).

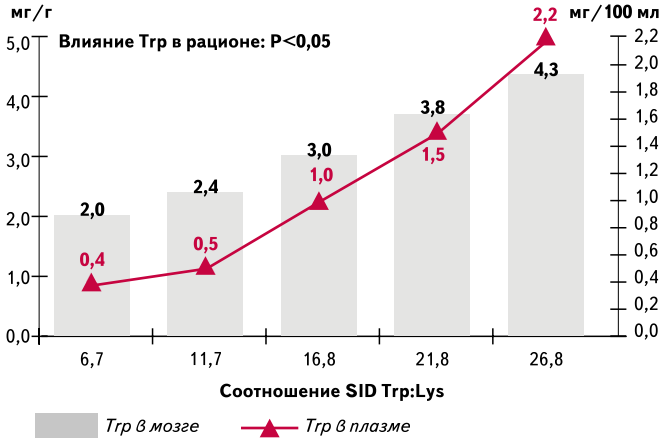

Рис. 1. Влияние соотношений SID Trp:Lys в кормах на концентрации триптофана в мозге и плазме свиноматок на 28 дне супоросности
(Источник: *Meisinger и Speer*, 1979)

Опытные рационы не оказали влияния на количество поросят, однако масса гнезда заметно возрастала при повышении соотношения Trp в кормах в период супоросности. Прирост живой массы поросят (взвешивали каждую неделю в течение трех недель после рождения), прирост живой массы свиноматок за весь период супоросности и их молочность (на 14 день) возрастали при повышении потребления Trp, что указывает на то, что отношение Trp:Lys в рационе супоросных свиноматок оказывает влияние на продуктивность животных в течение лактации (табл. 1).

Анализ с помощью экспоненциальной регрессии (при максимальной реакции 95%) показал, что оптимальное соотношение SID Trp:Lys для получения максимального количества молока и прироста живой массы поросят в первую неделю лактации составляет 24% (рис. 2).

Исследователь *Srichana* (2006) изучил влияние замены соевой муки синтетическими аминокислотами (L-лизин монохлоргидрат и L-треонин на баланс азота у супорос-

Таблица 1. Влияние соотношений SID Trp:Lys в кормах на размер приплода, привес и выход молока у свиноматок
(Источник: *Meisinger и Speer*, 1979)

Показатель	Рацион[a]				
	1	2	3	4	5
Соотношение SID Trp:Lys, %	6,7	11,7	16,8	21,8	26,8
Количество родившихся поросят в помете	10,0	9,4	8,7	8,5	10,1
Прирост живой массы свиноматок в период супоросности[b]	11,1	36,9	50,9	47,2	49,6
Количество молока, кг/сут.[b]	2,5	3,3	4,7	3,8	4,5

[a] Корма на основе кукурузы и желатина с содержанием 0,46% общего Lys, или 0,40% стандартизированного илеально доступного;
[b] Влияние соотношения SID Trp:Lys в рационе было существенным (P<0,01).

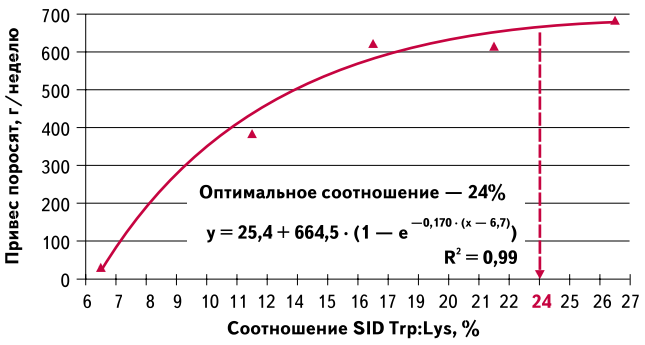

Рис. 2. Оптимальное соотношение SID Trp:Lys в кормах в период супоросности в зависимости от прироста поросят за первую неделю лактации
(Источник: *Meisinger и Speer*, 1979)

ных свиноматок на раннем сроке супоросности — 50–60 дней (селекция компании Monsanto Choice Genetics; эксперимент 1); на среднем сроке супоросности — 80–90 дней (PIC; эксперимент 2) и на позднем сроке супоросности — 100–110 дней (PIC; эксперимент 3). В каждом опыте по изучению баланса азота 24 свинкам скармливали один из четырех опытных рационов с разным соотношением SID Trp:Lys (13,5%; 16,5; 19,5 и 22,5 %, соответственно).

** Продолжение. Начало в №7–2011.*

Рационы составляли так, чтобы они были изокалорийными (13,8 МДж/кг) и обеспечивали потребность в аминокислотах, за исключением рациона с 13,5% SID Trp:Lys, в котором было недостаточно триптофана (NRC; 1998). Все корма содержали одинаковое количество лизина — 0,56% стандартизированного илеально доступного Lys (0,64% общего Lys). Этот уровень Lys соответствовал потребности, установленной в другом эксперименте. Свиноматок кормили два раза в день; заданное количество корма было одинаковым: 2,04 кг в сутки на раннем сроке супоросности, 2,36 кг на среднем сроке и 2,81 кг на позднем сроке.

Суточное отложение азота возрастало при повышении соотношения SID Trp:Lys в рационе с 13,5 до 22,5% и, по-видимому, достигало максимума при SID Trp:Lys, равном 19,5%, на всех трех стадиях (табл. 2). Исходя из данных по отложению азота как критерия реакции с помощью экспоненциальной регрессии (95% асимптоты), было определено оптимальное соотношение SID Trp:Lys на уровне 22% для раннего и среднего сроков супоросности, 20% для позднего срока и 21% для всего периода супоросности (рис. 3).

Таблица 2. Влияние соотношений SID Trp:Lys в кормах на отложение азота у супоросных свиноматок
(Источник: *Srichana*, 2006)

Показатель	Рацион			
	1	2	3	4
Соотношение SID Trp:Lys, %	13,50	16,50	19,50	22,50
Отложение азота на 50–60 день, г/сут.[a]	16,57	18,43	20,95	20,69
Отложение азота на 80–90 день, г/сут.[a]	16,93	22,46	23,78	23,61
Отложение азота на 100–110 день, г/сут.[a]	18,01	26,22	30,59	28,43

[a] Влияние соотношения SID Trp:Lys в рационе было существенным (P<0,05).

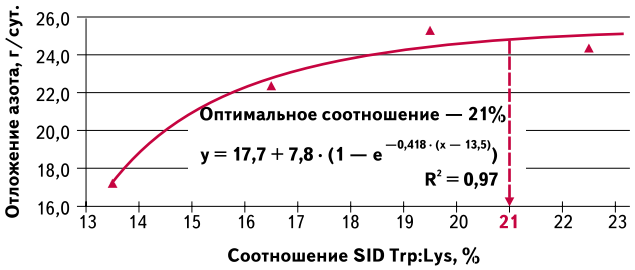

Рис. 3. Оптимальное соотношение SID Trp:Lys в течение всего периода супоросности с учетом отложения азота
(Источник: *Srichana*, 2006)

При использовании в качестве критерия реакции роста суточной нормы отложения азота, указанной в работах *Srichana* (2006), установлено, что оптимальное соотношение SID Trp:Lys в рационе в период супоросности составляет 21%. Более высокое соотношение SID Trp:Lys для супоросных свиноматок (24%) получено исследователями *Meisinger u Speer* (1979), учитывавшими количество молока и прирост поросят на раннем этапе лактации. Эти результаты свидетельствуют о том, что среднее оптимальное соотношение SID Trp:Lys в рационах супоросных свиноматок ниже значений, рекомендуемых Датской организацией свиноводов (DPP; 2008), но выше значений, рекомендуемых Университетом штата Канзас, Испанским фондом исследования кормления животных, Немецким обществом физиологии и кормления, Центральной комиссией по вопросам кормления (Нидерланды), а также опубликованных в справочнике «Бразильские таблицы для птицы и свиней».

Оценка оптимального соотношения SID Trp:Lys в кормах лактирующих свиноматок. *Libal* и соавторы сравнивали показатели продуктивности лактирующих свиноматок, получающих два вида корма. В состав рациона 1 (основной) входили кукуруза и соевая мука. Содержание сырого протеина составляло 12,5%, общего лизина — 0,73%, общего триптофана — 0,12%. Содержание лизина (0,73%) было несколько ниже рекомендованного для лактирующих свиноматок значения (NRC; 1998). С учетом коэффициентов стандартизированной илеальной доступности аминокислот в кукурузе и соевой муке (AminoDat® 3.0) в рационе 1 содержалось 0,65% SID Lys и 0,09% SID Trp, то есть соотношение SID Trp:Lys было на уровне 15%. Рацион 2 был получен добавлением в основной рацион 0,05% L-триптофана. Он содержал 0,65% SID Lys и 0,14% SID Trp, то есть соотношение SID Trp:Lys составляло 22%.

Первородящие и повторнородящие свиноматки (породы крупная белая × ландрас) получали по 1,8–2 кг/сут. стандартного рациона для супоросных свиноматок (58 животных — рацион 1; 57 — рацион 2), начиная со 110 дня супоросности и до опороса, после чего свиноматкам предоставляли свободный доступ к корму в течение 21 дня лактации.

Соотношение Trp в рационе в период лактации не влияло на количество родившихся поросят или вес гнезда. Однако потребление корма свиноматками, которые получали рацион 2 с соотношением SID Trp:Lys 22%, было значительно выше, чем свиноматками, получавшими рацион 1 с SID Trp:Lys 15% (табл. 3). Вследствие этого потеря живой массы в течение 21 дня лактации была примерно на 4 кг ниже, а концентрация Trp в плазме значительно выше у свиноматок, которым скармливали рацион 2, по сравнению с животными, потреблявшими рацион 1. Результаты этого исследования показывают, что у лактирующих свиноматок с неограниченным доступом к корму потребление корма было выше, а потери живой массы ниже при увеличении в рационе уровня SID Trp:Lys с 15 до 22%.

Позднее с помощью аналогичного эксперимента были установлены оптимальные уровни Trp в рационе для повторнородящих лактирующих свиноматок исходя из их продуктивности (*Paulicks и соавт.*, 2006) и физиологических критериев (*Pampuch и соавт.*, 2006). Базовый рацион на основе кукурузы и гороха содержал 15,5% сырого протеина, 0,87% SID Lys (NRC; 1998) и 0,092% SID Trp.

Таблица 3. Влияние соотношений SID Trp:Lys в рационе на продуктивность и потребление корма лактирующими свиноматками
(Источник: *Libal* и соавторы, 1997)

Показатель	Рацион	
	1	2
Соотношение SID Trp:Lys, %	15,00	22,00
Количество живых поросят при рождении	9,90	10,30
Масса гнезда в первый день, кг	13,80	14,30
Масса гнезда на 21 день, кг	48,30	48,30
Среднесуточное потребление корма свиноматками (1–21 день), кг/сут.[a]	5,80	6,50
Потеря живой массы свиноматками в период лактации (1–21 день), кг[a]	13,20	9,40
Содержание Trp в плазме (22 день), мг/дл[a]	0,26	1,18

[a] Влияние соотношения SID Trp:Lys в рационе было существенным (P<0,05).

Таблица 4. Влияние соотношений SID Trp:Lys в кормах на продуктивность и физиологические показатели лактирующих свиноматок (Источник: *Paulicks и соавт.*, 2006; *Pampuch и соавт.*, 2006)

Показатель	Рацион					
	1	2	3	4	5	6
Соотношение SID Trp:Lys, %	10,60	14,10	17,50	24,40	31,30	45,10
Продуктивность						
Вес гнезда (21 день), кг	48,70	52,50	53,90	52,20	54,50	52,90
Среднесуточный прирост поросенка (за 28 дней), г/сут.[a]	157	184	184	187	185	177
Потребление корма свиноматками (8–28 дней), кг/сут.[a]	3,41	4,68	4,66	6,08	5,05	4,69
Потеря живой массы свиноматками в период лактации, г/сут.[a]	1098	604	685	339	503	467
Физиологические показатели						
Trp в молоке (20–21 день), г/кг	0,55	0,59	0,59	0,62	0,59	0,61
Trp в плазме (28-й день), мг/л[b]	2,74	5,51	8,67	15,54	15,73	23,91
Серотонин в сыворотке крови, нг/мл[b]	304	229	430	545	509	565
Серотонин в тромбоцитах, нг/млрд[b]	1158	805	1791	2064	1945	1870

[a] Влияние соотношения Trp в рационе: P<0,05; [b] влияние соотношения Trp в рационе: P<0,001.

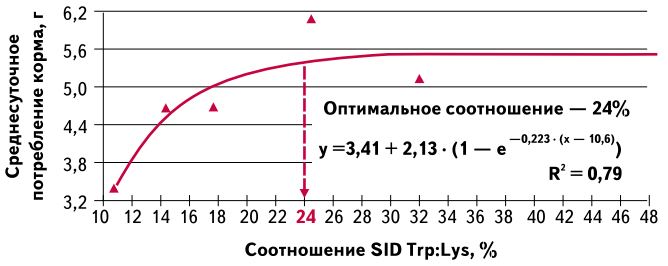

Рис. 4. Оптимальное соотношение SID Trp:Lys в кормах, рассчитанное для потребления корма лактирующими свиноматками (Источник: *Paulicks и соавт.*, 2006)

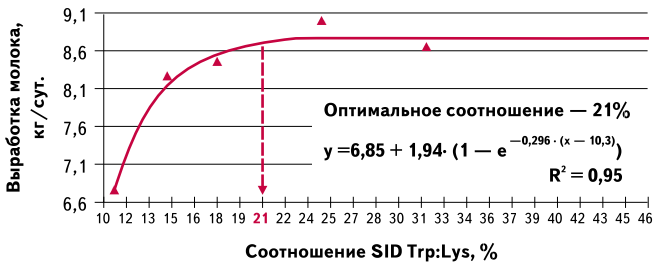

Рис. 5. Оптимальное соотношение SID Trp:Lys в кормах для выработки молока лактирующими свиноматками (Источник: *Paulicks и соавт.*, 2006)

Рационы 2–6 подготовлены путем добавления разного количества L-триптофана в базовый рацион, в результате чего были получены 6 различных соотношений SID Trp:Lys: 10,6%; 14,1; 17,5; 24,4; 31,3 и 45,1%, соответственно. Затем эти 6 рационов скармливали 72 первородящим и повторнородящим свиноматкам (породы немецкий ландрас; в группе по 12 животных) по 2 кг/сут. со следующего дня после опороса с суточным увеличением на 0,75 кг вплоть до неограниченного потребления в течение 28-суточного периода лактации. До дня опороса свиноматок кормили стандартным супоросным рационом по 2,4–2,8 кг/сут.

С увеличением в рационе соотношения Trp:Lys заметно возросло потребление корма свиноматками — до 6,1 кг в сутки при 24,4% SID Trp:Lys (табл. 4). Масса гнезда на 21 день не различалась, однако общий прирост его живой массы за 28 дней был выше при более высоких соотношениях Trp:Lys в рационе. Соотношение Trp и Lys в рационе оказало существенное влияние на живую массу свиноматок и их молочность. Потеря живой массы в период лактации была самой низкой, а суточное выделение молока самым высоким у свиноматок, которые получали рацион с соотношением 24,4% SID Trp:Lys. Эти улучшения обусловлены, главным образом, увеличением потребления корма, которое напрямую зависит от соотношения Trp в рационе. Несмотря на то, что свиноматки частично компенсировали недостаток питательных веществ за счет резервов тела, выработка молока теми животными, которые потребляли рационы 1, 2 и 3, была значительно ниже, чем получавшими рацион 4.

Соотношение Trp и Lys в рационе не оказало влияния на содержание Trp в молоке на 20–21 день лактации, однако содержание Trp в плазме крови на 28 день лактации напрямую было связано с увеличением его уровня в рационе. Более того, уровень серотонина в сыворотке крови и тромбоцитах был наибольшим при уровне SID Trp:Lys 24,4%. В данном эксперименте (*Paulicks и соавт.*, 2006; *Pampuch и соавт.*, 2006) максимальный уровень потребления корма соответствовал наибольшей концентрации серотонина в крови лактирующих свиноматок, которые получали рацион с соотношением SID Trp:Lys 24,4%. Добавление Trp выше этого уровня не увеличило ни уровень серотонина, ни потребление корма, что позволяет предположить о существовании оптимального уровня Trp для синтеза серотонина. Эти результаты подтверждают, что соответствующий уровень Trp в рационе важен для синтеза серотонина, следовательно — и для обеспечения достаточного потребления корма.

Путем экспоненциальной регрессии при 95% асимптотической реакции было определено оптимальное соотношение стандартизированных илеально доступных триптофана и лизина, которое составляет 24% для лучшего потребления корма (рис. 4) и 21% для большей выработки молока (рис. 5). Сведения о реакции для рациона 6 не были включены в расчет, поскольку снижение продуктивности, вероятно, могло быть вызвано избыточным поступлением Trp, приведшим к дисбалансу аминокислот. Эти оценки оптимального соотношения Trp согласуются с данными *Libal и соавт.* (1997), которые также наблюдали значительное повышение потребления корма и снижение потерь живой массы лактирующих свиноматок, когда соотношение SID Trp:Lys в питании составило 22%.

Таким образом, среднее оптимальное соотношение стандартизированных илеально доступных триптофана и лизина в рационах лактирующих свиноматок, как показали результаты исследований, должно составлять примерно 22%.