Николаева // Труды ГОСНИОРХ. 1977. – Вып. 176. – С. 103-112.

2. Багелашова Т.А. Ихтиология /Т.А. Багелашова // – М.: Пищевая промышленность. 1980. – С. 122-133.

3. Бурлаченко И.В. Актуальные вопросы безопасности комбикормов в аквакультуре рыб / И.В. Бурлаченко. – М.: Из-во ВНИРО. 2008. – 182 с.

4. Остроумова И.Н. Особенности пищевых потребностей у рыб с различной температурой обитания и пути повышения эффективности кормления / И.Н. Остроумова // Сб. науч.тр. Гос НИОРХ. 1988. – Вып. 273. – С. 5-25.

5. Понамарёв С.В. Технология выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России / С.В. Понамарёв, Е.А. Гамыгин // – Астрахань. 2002. – С. 263.

6. Скляров В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре /В.Я. Скляров // – М.: Из-во ВНИРО. 2008. – 149 с.

7. Суховеров Ф.М. Прудовое рыбоводство / Ф.М. Суховеров, А.П. Скворцов // – М.: Пищевая промышленность. 1975. – С. 200-248.

8. Уголев А.М. Пищеварительные процессы и адаптация у рыб /А.М. Уголев, В.В. Кузьмина // С.-Пб.: Гидрометеоиздат. 1993. – 238 с.

9. Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология /А.М. Уголев // – С.-Пб.: Наука. 1991. – С. 272.

10. Щербина М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгина // – М.: Из-во ВНИРО. 2006. – 364 с.

DOI: 10.48612/hkf1-kpzf-34ze
УДК 636.4.085.2

ОСОБЕННОСТИ ПИТАТЕЛЬНОСТИ И ПЕРЕВАРИМОСТИ КОРМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СВИНОВОДСТВЕ

Омаров Махмуд Омарович, д-р биол. наук
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», г. Краснодар, Российская Федерация

Данные илеальной истинной доступности аминокислот для моногастричных необходимо учитывать при кормлении, особенно при использовании рационов с преобладанием зерна злаков, где эти аминокислоты являются лимитирующими, а доступность их находится в пределах 60-70 %.

Ключевые слова: лизин; доступность; триптофан; свиньи; рационы; аминокислоты; илеальная переваримость

FEATURES OF NUTRITIONAL VALUE AND DIGESTIBILITY OF FEED USED IN PIG BREEDING

Omarov Makhmud Omarovich, Dr. Biol. Sci.
Krasnodar Research Centre for Animal Husbandry and Veterinary Medicine, Krasnodar, Russian Federation

The information on the true ileal availability of amino acids for monogastric animals must be considered when feeding animals, especially when cereals dominate in rations, where these amino acids are limiting, and their availability is within 60 – 70 %.

Key words: lysine; availability; tryptophan; pigs; diets; amino acids; ileal digestibility

В исследованиях по биохимии и физиологии питания животных с однокамерным желудком установлено, что переваривание кормового белка и продуктивное всасывание аминокислот завершается в конце тонкого кишечника (ileum) – подвздошной кишке, в участке, граничащем со слепой кишкой (cecum). Наиболее объективным методом определение доступности аминокислот является метод учета их количества в содержимом подвздошной кишки (СПК), так как этот метод исключает возможное искажение резуль-

татов оценки доступности влиянием микрофлоры толстого кишечника [1, 2].

Методика исследований. Серию физиологических опытов на животных с фистулой конца подвздошной кишки (илеума) [4] проводили по схеме групп-периодов, способом латинского квадрата 6 х 6 (таблица 1).

Таблица 1 – Пример состава диеты с зерном злака (пшеницы), в %

Ингредиенты	Количество
пшеница	88,0
соль поваренная	0,5
витаминно-минеральный премикс	0,2
кукурузный крахмал	1,0
сахар	4,2
масло соевое	3,0
мел	0,5
кальций-фосфат	2,1
окись хрома	0,5
В 1 кг диеты содержится:	
сухого вещества, г	890,0
обменной энергии, МДж	12,6
сырого протеина, г	108,0
сырой клетчатки, г	35,0
сырого жира, г	54,0

Определили кажущуюся и истинную илеальную переваримость (доступность к всасыванию) аминокислот зерна злаков. Средняя живая масса поросят 35,0 ± 2,0 кг. Примечание: добавка на кг корма: 1,300 ИЕ витамина А; 150 ИЕ витамина D3; 11 ИЕ витамина Е; 2 мг витамина К; 2,2 мг рибофлавина; 12 мг ниацина; 11 мг пантотеновой кислоты; 550 мг холинхлорида; 1,1 мг тиамина; 1,1 мг пиридоксина; 0,6 мг фолиевой кислоты; 11 мкг витамина В12; 50 мг Fe; 50 мг Zn; 2 мг Mn; 3 мг Cu; 0,15 мг Se.

В опыте охвачен основной период выращивания поросят, в котором особенно важно знать биологическую ценность источника сырого протеина, и тем более истинную илеальную доступность незаменимых аминокислот к всасыванию в тонком кишечнике растущих свиней. Эндогенные аминокислоты в содержимом подвздошной кишки определяли на диете с 8 %-ным содержанием высокопереваримого белкового энпита (сухого молока для 0-1 мес.) [3, 4].

Результаты исследований и их обсуждение. Среди злаков кажущаяся доступность большинства аминокислот пшеницы оказалась самой высокой. Значительно больше лизина, метионина, триптофана и изолейцина абсорбировано в тонком кишечнике из пшеницы по сравнению с овсом и кукурузой. Кажущаяся переваримость лизина, метионина, треонина, изолейцина, триптофана составила для пшеницы соответственно 69, 64, 70, 66, 57 %, тогда как для овса она значительно ниже – 42, 41, 52, 42 и 34 % (P < 0,001).

Количество сырого протеина, лизина, треонина, триптофана из среднесуточных эндогенных потерь в шлейфовом эндогенном химусе после пшеничного рациона составило соответственно 28, 24, 20 и 10 % по отношению к содержавшимся в скормленном пшеничном рационе аминокислотам. Ячмень, пшеница, овёс и кукуруза, являясь единственными источниками сырого протеина и клетчатки в опытных рационах, неадекватно повлияли на количественный состав эндогенных аминокислот в химусе свиней.

Большинство эндогенных незаменимых аминокислот в более высокой концентрации обнаружены в эндогенах после скармливания овсяного рациона, а наиболее низкой – после пшеничного. На основании полученных количественных данных о содержании аминокислот эндогенного происхождения в терминальном илеуме свиней, мы скорректировали кажущуюся доступность до фактической, т.е. истинной доступности для зерна злаков.

Истинная доступность лизина и треонина в порядке возрастания составила: для овса – 68,9 и 69,1 %, кукурузы – 77,1 и 82,1 %,

ячменя – 80,0 и 81,0 %, пшеницы – 93,2 и 84,2 % соответственно (таблица 2). Истинная доступность метионина распределялась несколько иначе: ячменя – 87,6 %, овса – 86,9 %, пшеницы – 87,6 % и кукурузы – 87,7 %.

Таблица 2 – Общее содержание и истинная илеальная доступность основных лимитирующих аминокислот (ИД) зерна злаков, г/кг (n = 24)

Аминокислоты	пшеница		ячмень		овёс		кукуруза	
	г/кг	ИД	г/кг	ИД	г/кг	ИД	г/кг	ИД
лизин	3,5	93,2	4,8	80,0	5,6	68,9	2,7	77,1
метионин + цистин	4,8	87,6	4,8	87,6	4,6	86,9	3,4	87,7
триптофан	1,7	66,2	1,7	80,0	1,6	60,8	0,6	75,5
треонин	4,4	84,2	3,3	81,0	4,3	69,1	3,4	82,1
изолейцин	5,1	87,0	3,7	81,0	5,2	71,7	3,3	87,8

Триптофан овса и пшеницы менее доступен, соответственно 80,0 и 75,5 %. Эти выводы совпадают с данными других исследователей [5-7]. Таким образом, среди зерна злаков доступность аминокислот пшеницы наиболее высокая, она стоит на первом месте по лизину (93,2 %), треонину и метионину, на втором – по триптофану.

Доступность лизина ячменя также высокая – 80,0 %. Большая часть незаменимых аминокислот ячменя и пшеницы выше, чем кукурузы. Доступность аминокислот кукурузы ниже: на четвёртом месте по лизину, треонину и метионину и на втором – по триптофану (75,5 %). Истинная переваримость лизина не различалась значительно для кукурузы и овса (77,1-68,9 %). Мы нашли, что значения кажущейся и истинной доступности лизина зерна злаков, определённой нами двумя методами, илеальным (И) и традиционным (Т), высоко коррелируют, соответственно r = 0,75, при n =9 (y = 0,85 x + 1,2) и r =0,81, при n = 9 (y =1,085 x – 15,7).

Показатели истинной доступности остальных незаменимых аминокислот, определённых методами (И) и (Т), также высоко коррелируют (r = 0,9, при n = 9, y = 0,905 x-6,1), чего нельзя утверждать в отношении сырого протеина (r = 0,63, при n = 9).

Необходимо подчеркнуть, что существует высокая корреляционная зависимость между илеальной переваримостью сырого протеина и илеальной доступностью отдельных аминокислот зерна злаков, как кажущейся (r = 0,79, при n = 9 (y = 0,84 x + 11,8)), так и истинной (r = 0,94, при y =0,738 x + 21,3).

Большая часть незаменимых аминокислот ячменя и пшеницы были сходны по их истинной переваримости и выше, чем у кукурузы. Истинная переваримость лизина не различалась значительно для ячменя и пшеницы (80-90 %), а также для кукурузы и овса (60-70 %).

Понятно, что данные истинной переваримости более приемлемы для балансирования этих аминокислот в рационе. Однако возможность расчёта этих значений из данных кажущейся переваримости считается среди авторов дискуссионной. Причина кроется в трудности определении эндогенов и недостатках практически всех существующих методов их определения.

Если сравнить скор аминокислот (соответствие стандарту количества и соотношения незаменимых аминокислот в идеальном белке) зерна злаков, выраженный в %, то можно отметить следующее сходство и различия между злаками: первой лимитирующей кислотой для всех без исключения злаков является лизин и скор его довольно низкий: 32,5-67,5 % (таблица 3), второй – треонин (скор высокий: 69,4-98 %) для всех злаков, кроме кукурузы.

Для зерна кукурузы второй лимитирующей аминокислотой является триптофан (скор его низкий – 40 %). Третьей лимитирующей аминокислотой для ячменя и ржи является изолейцин, для пшеницы – лейцин, для кукурузы – треонин, для овса – гистидин, для тритикале – метионин + цистин. Если же посчитать фактический скор доступных для свиней аминокислот злаков, то обнаруживается несколько иная картина распределения лимитирования по отношению к идеальному протеину (таблица 4). Скор лизина, являющегося первой лимитирующей аминокислотой, намного ниже: 32,5-47,0 %, т.е. дефицит его гораздо выше, чем без учёта доступности. Второй лимитирующей аминокислотой является треонин, за исключением кукурузы. Скор

его составляет 50,0-68,5 %. Скор триптофана кукурузы, второй для неё лимитирующей аминокислоты, остаётся незаменимым после поправки на доступность и составляет 40 %, близок к скору аминокислот для остальных злаков. Третьей лимитирующей аминокислотой для пшеницы при учёте доступности оказался лейцин, а не триптофан. Для ржи – изолейцин, а не метионин. По остальным злакам третьи лимитирующие аминокислоты совпадают со скором аминокислот, рассчитанным без учёта их истинной илеальной доступности.

Таблица 3 – Содержание аминокислот в зерне злаков и их скор (сравнение со стандартным «идеальным» белком)

Незаменимые амино-кислоты	Содержа-ние в «идеаль-ном» белке, г/кг	Фактическое содержание аминокислот, в г/кг и их скор, в %											
		ячмень		пшеница		кукуруза		овёс		рожь		тритикале	
		г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%
лизин	8,3	4,8	57,8[1]	3,5	42,2[1]	2,7	32,5[1]	5,6	67,5[1]	4,8	57,8[1]	4,8	57,8[1]
метионин + цистин	4,9	4,7	95,9[2]	4,8	98,0[2]	3,4	69,4[2]	4,6	93,9[2]	5,5	112,2[2]	4,0	81,6[4]
триптофан	1,5	1,7	113,3	1,7	113,3	0,6	40,0	1,6	106,7	1,9	126,7	1,7	113,3
треонин	5,4	3,3	61,1[3]	4,4	81,5[3]	3,4	63,03	4,3	79,6[3]	3,9	72,2[3]	4,2	77,8[4]
изолейцин	4,7	3,7	78,73	5,1	108,5	3,3	70,2	5,2	110,6	4,3	91,5	5,2	110,6
лейцин	8,3	7,9	95,2	7,6	91,6[3]	11,3	136,1	7,9	95,2	7,8	94,0	10,0	120,5
валин	5,6	6,2	110,7	5,7	101,8	4,3	76,8	5,9	105,4	5,6	100,0	5,6	100,0
аргинин	3,3	5,3	160,6	6,0	181,8	4,4	133,3	6,6	200,0	7,1	215,2	6,4	193,9
гистидин	2,6	2,3	88,5[3]	3,0	115,4	2,5	96,2	2,2	84,6[3]	2,2	84,6[3]	3,4	130,8
фенилаланин + тирозин	8,1	8,6	106,2	9,5	117,3	9,3	114,8	9,5	117,3	7,6	93,8	11,4	140,7

Примечание: * – скор аминокислоты выражен в % от потребности в стандарте (идеальном протеине) 57,8[1] первая лимитирующая, 95,9[2] вторая лимитирующая 61,1
[3] третья лимитирующая 81,6[4] четвёртая лимитирующая.

Таблица 4 – Аминокислотный скор* зерна злаков (с учётом доступности аминокислот для 2- 4-месячных свиней)

Амино-кислоты	Содержание г в 1 кг натурального корма с идеальным протеином (для свиней 2-4 мес.)	Скор, стандарта, %	ячмень		пшеница		кукуруза		овёс	
		г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг	%	г/кг
лизин	8,3	100	3,7	44,6[1]	3,2[1]	38,6	2,7	32,5[1]	3,0	36,1[1]
метионин + цистин	4,9	100	4,0	81,6	4,8	98,0	3,6	73,5	3,6	73,5[2]
триптофан	1,5	100	1,5	100	1,5	100	0,8	53,3[2]	1,4	93,3
треонин	5,4	100	3,3	61,1[3]	3,4	63,0	3,0	55,6	3,5	64,8[3]
изолейцин	4,7	100	4,0	85,1[4]	4,1	87,2[4]	3,2	68,1[4]	4,0	85,1
лейцин	8,3	100	7,9	95,2	7,6	91,6	11,9	143,4	7,8	94,0
валин	5,7	100	6,2	108,8	5,7	100	4,3	75,4	5,9	103,5
аргинин	3,3	100	5,3	160,6	6,0	181	4,0	121,2	6,6	200
гистидин	2,6	100	2,3	88, 5	3,0	115,4	2,5	96,2	2,0	76,9
фенилаланин + тирозин	8,1	100	8,6	106,2	9,5	117,3	7,2	88,9	9,5	117,3
идеальный протеин	11,6	100								

Примечание: * – скор аминокислоты выражен в % от потребности в стандарте (идеальном белке), дано содержание в г/кг доступных АА.

44,6[1] первая лимитирующая, 73,5[2] вторая лимитирующая, 61,1[3] третья лимитирующая, 85,1[4] четвёртая лимитирующая кислота. Лимитирующие аминокислоты четвёртого порядка имеют довольно высокое соответствие стандарту – 66,7-98 %. Таким образом, благодаря илеальному методу исследования истинной доступности аминокислот, используемому в хроническом физиологическом опыте на фистульных свиньях, мы доказали, что различия в доступности к всасыванию в кишечнике важнейших аминокислот зерновых (лизина, треонина, метионина + цистина, триптофана и изолейцина) существуют. Необходимо дальнейшее уточнение значений истинной переваримости аминокислот на основе совершенствования методов оценки эндогенных потерь. И важно знать размеры различий в доступности аминокислот между зерновыми в случае необходимости заменить один зерновой злак другим при составлении рационов.

Список литературы

1. Абилов Б.Т. Корма и оценка их качества / Б.Т. Абилов, Ю.Д. Квитко, В.В. Марченко, Н.А. Болотов, А.Н. Зарытовский, И.А. Синельщикова, В.В. Кулинцев // Методические рекомендации для крестьянских и фермерских хозяйств. – Ставрополь. 2012. – 67 с.

2. Абилов Б.Т. Эффективность комбинированного использования БВМД при откорме помесных свиней / Б.Т. Абилов, В.В. Семенов, И.А. Сергеев // Зоотехния. 2008. – №8. – С. 18-19.

3. Головко Е.Н. Доступность аминокислот в белковом питании моногастричных животных / Е.Н. Головко, В.Г. Рядчиков, Н.Н. Забашта // Краснодар. – 217 с.

4. Головко Е.Н. Трансформация кормового протеина и потребление корма у свиней и цыплят-бройлеров при разной сбалансированности критических аминокислот в рационе / Е.Н. Головко, И.В. Тарабрин, В.Г. Рядчиков, М.О. Омаров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2009. – №1. – С. 31-48.

5. Головко Е.Н. Физиолого-биохимическое обоснование коррекции рационов для свиней по количеству истинно доступных аминокислот кормов на уровне терминального илеума / Е.Н. Головко: Автореф. доктор. дис. – Боровск. 2011. – 48 с.

6. Дмитрик И.И. Откормочные и мясные качества баранчиков породы советский меринос и их помесей с австралийскими мериносами / И.И. Дмитрик, Г.В. Завгородняя, Н.И. Ефимова // Овцы, козы, шерстяное дело. 2007. – С. 43-45.

7. Дмитрик И.И. Оценка мясных качеств молодняка овец ставропольской породы по комплексу свойств / И.И. Дмитрик, Е.Г. Овчинникова // Ветеринарная патология. 2013. – №1. – (43). – С. 35-37.

DOI: 10.48612/49x2-rm76-da6v
УДК 636.32/.38:612.017:577.29

ОСНОВЫ ВЗАИМОСВЯЗИ НЕЙРОГУМОРАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И МИКРОБИОМА ЖКТ У ОВЕЦ

Остренко Константин Сергеевич[1,2], д-р биол. наук
[1]Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», г. Боровск, Российская Федерация
[2]Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь

Выполненная работа представляет собой новый виток научных изысканий, объединяющих разнонаправленные исследования и позволяющих создать единую концептуальную теорию о взаимосвязи системы gut – brain axis и разработать методы коррекции и профилактики нарушений в животноводстве. Данная закономерность проявляется на фоне внесения в основной рацион аскорбата лития с целью профилактики негативного стрессового воздействия. Понижение pH в рубце опытных группах по сравнению с контрольной на 5,3 % коррелирует с понижением количества инфузорий, что является изменением активизации нейрогуморальной регуляции. Так,