

ВЛИЯНИЕ УРОВНЕЙ ОБМЕННОЙ ЭНЕРГИИ И АМИНОКИСЛОТ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ БРОЙЛЕРОВ

Генетические компании в птицеводстве достигли большого успеха в создании условий для постоянного повышения потенциала роста бройлеров. Для того чтобы преобразовывать эти генетические улучшения в стратегии кормления, которые максимально увеличивают экономические результаты, необходимо понимать реакции разных современных кроссов бройлеров на два самых дорогих компонента рациона — обменную энергию и аминокислоты. Несмотря на то что ответ бройлеров на различные уровни энергии в рационе широко изучен, многие искажающие факторы не всегда учитываются. К этим факторам относятся: генотип бройлеров, используемый метод определения энергетической ценности основных компонентов или комбикормов; повышение калорийности при добавлении жиров; различия в качестве гранул; возраст и условия выращивания птицы. Кроме того, различные способы определения обменной энергии (КОЭ — кажущаяся обменная энергия, ИОЭ — истинная обменная энергия, с поправкой или без поправки на азот) не всегда детально описаны в литературе, что создает путаницу и привносит ошибки в рекомендованные уровни обменной энергии. Расчет рационов на основе концепции идеального протеина, или, другими словами, с установлением минимального содержания незаменимых аминокислот относительно усваиваемого лизина, широко признан среди специалистов по питанию птицы во всем мире. Таким образом, изменение уровня усваиваемого лизина влияет на общее удельное содержание аминокислот в рационе.

В предыдущих исследованиях продемонстрировано, что увеличение удельного содержания аминокислот в рационах («сбалансированный протеин») приводит к линейным и нелинейным реакциям в зависимости от возраста, кросса, оцененных параметров роста птицы и выхода тушки, отражающих высокую генетическую способность современных бройлеров. Петушки, откармливаемые до рыночной живой массы в среднем 2,5 кг, потребляют примерно 3,93 кг комбикорма, из которых около 70% приходится на период, начинающийся приблизительно с 21-дневного возраста или с живой массы 960 г. Таким образом, оптимизация уровней энергии и удельного содержания аминокислот на заключительных стадиях выращивания птицы имеет решающее значение.

На основании этих факторов был проведен опыт в испытательном центре Feedtest (Германия) по оценке совместного влияния различных уровней обменной энергии

и удельного содержания аминокислот на показатели роста и параметры тушки петушков-бройлеров кросса Росс 308 в возрасте 21–37 дней. Для эксперимента из 2160 петушков сформировали 12 групп. Птицу каждой из групп разделили на 9 загонков по 20 голов. Корм и вода предоставлялись без ограничения через заполняемые вручную трубчатые кормушки и капельные поилки. Температурный и световой режимы соответствовали рекомендациям производителя кросса птицы (Aviagen, 2014).

До 20-дневного возраста петушки получали стандартный промышленный рацион. В период исследования бройлеров каждой группы кормили одним из 12 опытных рационов на основе кукурузно-соевого шрота и подсолнечного жмыха с четырьмя уровнями истинной обменной энергии с учетом поправки на нулевой баланс азота (ИОЭ_n): 2875 ккал, 3000, 3125 и 3250 ккал в 1 кг корма и тремя уровнями удельного содержания аминокислот, соответствующими 85%, 100 и 115% от значений, указанных в рекомендациях AMINOChick® 2.0 компании Evonik. Пшеничные отруби добавлялись только в рационы с самым низким уровнем ИОЭ_n (92%); качество гранул корма (индекс прочности гранул / ИПГ) было сходным между группами.

Все основные компоненты были проанализированы на содержание аминокислот с использованием сервиса AMINONIR® AA, а для определения основных зоотехнических показателей — с помощью AMINONIR® Prox. Значения ИОЭ_n определялись по методу анализа переваримости кормов петухами при точном кормлении (метод описан Sibbald в Университете Джорджии, 1976). Комбикорма также были проанализированы на содержание аминокислот и основных нутриентов, и эти результаты использовались для расчета значений кажущейся обменной энергии с учетом поправки на нулевой баланс азота (КОЭ_n) с применением уравнения Всемирной научной ассоциации по птицеводству (WPSA, 1989).

Всех бройлеров и кормушки взвешивали в начале (21-й день) и в конце (37-й день) опыта для установления живой массы, валового потребления и конверсии корма. На 37-й день из каждого загонка отбирали четырех петушков со средней живой массой на загон для определения выхода тушки и мяса грудки. Двухфакторный дисперсионный анализ (ANOVA) данных выполнялся с применением уровней обменной энергии, удельного содержания аминокислот и их взаимодействия в качестве основных эффектов. ➔

Таблица 1. Компонентный состав и питательность рационов

Компонент, %	ИОЭ _n , ккал/кг											
	2875 (92%)			3000 (96%)			3125 (100%)			3250 (104%)		
	Удельное содержание аминокислот, %											
	85	100	115	85	100	115	85	100	115	85	100	115
Кукуруза	54,63	53,44	52,03	65,60	63,70	61,78	65,70	63,06	59,64	62,89	60,23	57,48
Соевый шрот, СП — 46%	17,31	19,43	21,31	21,23	24,82	27,59	28,13	30,21	29,57	28,58	30,67	31,57
Пшеничные отруби, СП — 15%	13,17	11,85	10,88	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Подсолнечный жмых, СП — 38%	10,00	10,00	10,00	8,29	6,28	4,95	—	—	3,00	—	—	1,05
Дикальцийфосфат	1,61	1,62	1,62	1,73	1,74	1,75	1,81	1,81	1,78	1,82	1,81	1,80
Соевое масло	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,32	2,59	3,12	4,69	4,96	5,25
Известняк	0,83	0,82	0,80	0,77	0,75	0,74	0,75	0,73	0,73	0,74	0,73	0,72
Премикс для птицы	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Бикарбонат натрия	0,35	0,41	0,47	0,30	0,35	0,40	0,24	0,30	0,38	0,23	0,29	0,36
Соль	0,24	0,19	0,15	0,27	0,23	0,19	0,31	0,27	0,21	0,31	0,27	0,22
L-лизин HCl	0,14	0,27	0,41	0,09	0,20	0,33	—	0,14	0,31	—	0,13	0,28
МетАМИНО®	0,12	0,22	0,32	0,12	0,22	0,33	0,14	0,24	0,34	0,15	0,25	0,35
ТреАМИНО®	—	0,07	0,15	—	0,05	0,13	—	0,04	0,13	—	0,04	0,12
ВалАМИНО®	—	0,04	0,13	—	0,02	0,11	—	0,02	0,11	—	0,02	0,11
L-изолейцин	—	0,05	0,13	—	0,02	0,10	—	—	0,09	—	—	0,08
Холина хлорид 60%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<i>Расчетные значения</i>												
TME _n , ккал/кг	2875	2875	2875	3000	3000	3000	3125	3125	3125	3250	3250	3250
Сырой протеин, %	18,0	19,0	20,0	18,0	19,0	20,0	18,0	19,0	20,0	18,0	19,0	20,0
Сырой жир, %	3,77	3,72	3,66	3,73	3,67	3,61	4,95	5,16	5,64	7,22	7,44	7,67
Сырая клетчатка, %	4,38	4,36	4,35	3,55	3,38	3,27	2,64	2,68	3,03	2,60	2,65	2,79
Лизин (SID), %	0,85	1,00	1,15	0,85	1,00	1,15	0,85	1,00	1,15	0,85	1,00	1,15
Метионин (SID), %	0,39	0,50	0,61	0,39	0,50	0,61	0,39	0,50	0,61	0,40	0,50	0,61
Метионин + цистеин (SID), %	0,65	0,76	0,87	0,65	0,76	0,87	0,65	0,76	0,87	0,65	0,76	0,87
Треонин (SID), %	0,55	0,65	0,75	0,57	0,65	0,75	0,58	0,65	0,75	0,58	0,65	0,75
Триптофан (SID), %	0,19	0,20	0,21	0,19	0,20	0,21	0,19	0,20	0,21	0,19	0,20	0,21
Изолейцин (SID), %	0,63	0,71	0,82	0,66	0,71	0,82	0,68	0,71	0,82	0,68	0,71	0,82
Валин (SID), %	0,73	0,80	0,92	0,75	0,80	0,92	0,75	0,80	0,92	0,75	0,80	0,92
<i>Проанализированные значения</i>												
ИОЭ _n , ккал/кг (<i>in vivo</i>)	2751	2902	2853	2985	2983	3076	3200	3093	3129	3296	3388	3294
КОЭ _n , ккал/кг	2636	2659	2701	2833	2797	2811	2978	2945	2910	3047	3011	3035
Сырой протеин, %	19,2	20,01	21,3	19,2	20,0	21,5	19,2	20,2	21,2	19,3	20,5	21,4
Лизин, %	0,99 (0,94)	1,16 (1,10)	1,33 (1,25)	1,00 (0,94)	1,14 (1,09)	1,31 (1,25)	0,98 (0,94)	1,14 (1,10)	1,33 (1,25)	1,01 (0,94)	1,18 (1,10)	1,31 (1,25)
Метионин+цистеин, %	0,72 (0,73)	0,85 (0,84)	0,97 (0,96)	0,73 (0,72)	0,82 (0,84)	0,95 (0,95)	0,70 (0,72)	0,82 (0,84)	0,93 (0,95)	0,72 (0,72)	0,82 (0,84)	0,93 (0,95)
Треонин, %	0,70 (0,66)	0,79 (0,76)	0,89 (0,87)	0,71 (0,68)	0,80 (0,76)	0,89 (0,86)	0,71 (0,68)	0,78 (0,76)	0,89 (0,86)	0,72 (0,68)	0,79 (0,76)	0,87 (0,86)
Зола, %	5,9	5,7	5,9	5,4	5,5	5,7	5,2	5,3	5,7	5,3	5,5	5,3
Клетчатка, %	4,6	4,0	4,1	4,4	2,7	2,7	2,3	2,2	2,4	2,3	2,0	2,3
Кислотно-детергентная клетчатка, %	6,6	8,0	5,7	4,6	4,4	4,9	3,2	3,0	3,4	3,1	3,6	3,3
Нейтрально-детергентная клетчатка, %	14,3	13,9	13,6	10,0	9,9	10,2	8,7	8,2	8,9	8,6	13,3	9,0
Сырой жир, %	3,8	3,7	3,7	3,6	3,4	3,4	4,8	4,9	5,5	7,0	7,4	7,8
Сахар, %	3,7	3,8	4,0	3,4	3,4	3,6	3,2	3,5	4,0	3,9	4,1	4,0
Крахмал, %	38,4	37,5	37,3	43,30	42,1	41,2	44,7	43,5	39,8	41,5	40,1	38,8

Примечание: цифры без скобок — проанализированное общее содержание аминокислот; значения в скобках — расчетное общее содержание аминокислот без пересчета на сухое вещество; SID — стандартизованная илеальная доступность.

Таблица 2. Сравнение указанных в рецептах значений ИОЭ_n с определенными значениями в анализах и с расчетными значениями КОЭ_n рационов

Значение ИОЭ _n в рецепте (P), ккал/кг	Значение ИОЭ _n по анализу (A), ккал/кг	Результат A/P, %	Расчетное значение КОЭ _n , ккал/кг	Соотношение КОЭ _n /(P) ИОЭ _n , %
2875	2835 ± 77	99	2666 ± 33	93
3000	3015 ± 53	100	2814 ± 18	94
3125	3141 ± 55	101	2944 ± 34	94
3250	3326 ± 53	102	3031 ± 19	93

Примечание: результаты представлены в виде среднего значения ± стандартное отклонение для рационов с тремя уровнями удельного содержания аминокислот (85, 100, 115%), используемых для каждого уровня ИОЭ_n.

Средние значения групп для каждого основного фактора определялись с помощью критерия Тьюки ($P < 0,05$).

Анализ рационов на общее содержание аминокислот и определенные значения ИОЭ_n (*in vivo*), представленные в таблицах 1 и 2, свидетельствуют, что общее содержание лизина было почти одинаковым во всех группах, но превышало уровни, указанные в рецептуре, в среднем на 6%. При использовании среднего уровня лизина для каждого уровня аминокислоты и исходя из стандартизованной илеальной доступности (SID) лизина 91%, фактическое содержание лизина (SID) составило 0,91%, 1,05 и 1,20% по сравнению с уровнями, указанными в рецептуре, — 0,85%, 1,00 и 1,15.

Проведенные надлежащим образом опыты по изучению показателей питательности кормов всегда должны подтверждать уровни содержания питательных веществ в рационах, но этот подход обычно не применяется при оценке уровней обменной энергии. Определенные значения ИОЭ_n были в пределах 99–102% от значений ИОЭ_n в рецептуре, что подтверждает предусмотренные ею уровни обменной энергии. Расчетные уровни КОЭ_n составили в среднем 93% от уровней ИОЭ_n, указанных в рецепте. Эти результаты подтверждают наличие существенных различий между значениями, полученными с помощью разных методов определения обменной энергии, которые необходимо учитывать при установлении потребностей в обменной энергии и значений обменной энергии компонентов при производстве комбикорма для минимизации ошибок и уровня «страхового запаса».

Взаимодействия между обменной энергией и уровнями удельного содержания аминокислот в отношении оцениваемых показателей роста и тушки не наблюдалось ($P > 0,05$). В связи с этим рассматривается влияние обменной энергии и аминокислот на основные показатели продуктивности (таблицы 3 и 4). Снижение уровня ИОЭ_n со 100 до 92% от оценочных уровней не повлияло на живую массу в конце опыта, а увеличение до 104% вызвало ее уменьшение на 70 г по сравнению с бройлерами, получавшими рацион с 96%-ным уровнем ИОЭ_n. Уровни ИОЭ_n значительно повлияли на суточное потребление корма и его конверсию: с их повышением до 92%, 96, 100 и 104% линейно увеличивалось суточное потребление корма соответственно до 510, 512, 508 и 510 ккал; лизина (SID) — до

1,78; 1,71; 1,63 и 1,58 г. Таким образом, снижение живой массы в конце опыта и массы тушки при самом высоком уровне ИОЭ_n можно объяснить более низким потреблением лизина (SID) и других аминокислот, содержание которых сбалансировано лизином. Конверсия корма значительно улучшилась нелинейным образом при повышении уровней ИОЭ_n с 92 до 104%. Например, при увеличении уровня ИОЭ_n с 92 до 96% конверсия корма улучшилась на 8 пунктов, или на 0,08 ед.; со 100 до 104% — на 3 пункта, или на 0,03 ед. Уровни ИОЭ_n не повлияли на однородность стада в конце опыта. Европейский коэффициент эффективности производства (EPEF) значительно снизился только при самом низком уровне ИОЭ_n, но не различался при значениях от 96 до 104%. Снижение уровня ИОЭ_n со 100 до 92% не повлияло на массу тушки или выход мяса грудки. При уровне 104% эти показатели уменьшились соответственно на 61 г и 0,71% по сравнению с бройлерами, получавшими рацион с уровнем ИОЭ_n 96%. Оптимальный выход тушки был получен при 96%.

При увеличении удельного содержания аминокислот с 85 до 100% от значений, указанных в рекомендациях AMINOChick® 2.0, живая масса птицы в конце опыта повысилась на 9%, но при дальнейшем повышении (до 115%) прирост составил только 2% по сравнению с этим показателем на рационе со 100%-ным удельным содержанием аминокислот. При снижении уровня удельного содержания аминокислот до 85% потребление корма петушками значительно сократилось по сравнению с получавшими рационы, содержащие 100 и 115% аминокислот. Его увеличение с 85 до 115% улучшило конверсию корма на 19 пунктов (или на 0,19), до 100% — на 14 пунктов (или на 0,14), до 115% — на 5 пунктов (или на 0,05). Уровни удельного содержания аминокислот не оказали значительного влияния на однородность стада, учитывая, что при снижении их до 85% коэффициент вариации вырос на 3% по сравнению со 100 и 115%-ным содержанием. При увеличении уровней удельного содержания аминокислот значительно повысился EPEF, как и масса тушки, ее выход и выход грудки.

Еще одним интересным аспектом этих результатов является компенсаторный рост, проявляющийся у бройлеров в ответ на уровни удельного содержания аминокислот. Живая масса в начале опыта (21-й день) была сходной между группами, но меньше в среднем на 272 г,

Таблица 3. Влияние увеличения уровней ИОЭ_n и удельного содержания аминокислот на показатели роста бройлеров в возрасте 21–37 дней

Показатель	Живая масса, г		Потребление корма, г/сут	Конверсия корма	CV живой массы в конце опыта, %	EPEF
	в начале опыта	в конце опыта				
ИОЭ_n, ккал/кг						
2875 (92%)	689	2375 ^{ab}	177,3 ^a	1,69 ^a	9,2	619 ^b
3000 (96%)	687	2393 ^a	170,7 ^b	1,61 ^b	9,4	652 ^a
3125 (100%)	690	2355 ^{ab}	162,7 ^c	1,57 ^c	9,4	660 ^a
3250 (104%)	684	2323 ^b	157,0 ^d	1,54 ^d	9,7	655 ^a
Удельное содержание аминокислот, %						
85	690	2205 ^b	162,2 ^b	1,71 ^a	11,4 ^a	545 ^c
100	685	2420 ^a	170,0 ^a	1,57 ^b	8,5 ^b	683 ^b
115	687	2459 ^a	168,0 ^a	1,52 ^c	8,4 ^b	711 ^a
Факторы	<i>P-значения</i>					
ИОЭ _n	0,94	0,04	<0,001	<0,001	0,77	0,002
Удельное содержание аминокислот	0,86	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
ИОЭ _n • удельное содержание аминокислот	0,96	0,39	0,55	0,43	0,40	0,06

Примечание: ^{a, b, c, d} — средние значения группы с разными надстрочными индексами в одной и той же колонке по основному фактору значительно различаются ($P < 0,05$); CV — коэффициент вариации; EPEF вычислялся по формуле: $\text{средний прирост (г/сут)} \cdot \text{сохранность (\%)} / \text{конверсия корма} \cdot 10$.

или на 28%, целевого показателя для петушков Росс 308 (687 г против 959 г). Стандартный промышленный рацион, который бройлеры получали с суточного до 20-дневного возраста, возможно, не способствовал реализации генетического потенциала. Примечательно, что при откорме птицы рационами с удельным содержанием аминокислот 115 и 100% этот разрыв сократился при достижении 99 и 97% от целевого показателя для петушков кросса Росс 308 на 37-й день (2493 г). Очевидно, бройлеры способны проявлять компенсаторный рост в основном в ответ на уровни удельного содержания аминокислот.

Результаты опыта указывают на то, что петушки-бройлеры в возрасте 21–37 дней хорошо реагируют на увеличение уровней удельного содержания аминокислот повышением живой массы в конце опыта и однородностью стада при повышении 100% значений по уровню незаменимых аминокислот, указанных в рекомендациях AMINOChick® 2.0. В то же время конверсия корма, масса тушки и выход мяса грудки улучшаются вплоть до 115%. Уровни обменной энергии в рационе более выражено влияют на потребление корма и на показатели эффективности (конверсия корма), чем на параметры продуктивности (живая масса и ее прирост). Независимо от уровня обменной энергии, увеличение уровня удельного содержания аминокислот улучшает конверсию корма.

Исходя из полученных данных, предполагается, что при снижении энергетической ценности рациона уровни удельного содержания аминокислот следует также снижать, но в меньшей степени (если это вообще необходимо) с целью получения одинаковых показателей роста. В результате

Таблица 4. Влияние увеличения уровней ИОЭ_n и удельного содержания аминокислот на показатели тушки бройлеров в возрасте 37 дней

Показатель	Масса тушки, г	Выход тушки, %	Выход грудки, %
ИОЭ_n, ккал/кг			
2875 (92%)	1540 ^{ab}	64,98 ^b	18,31 ^a
3000 (96%)	1579 ^a	66,10 ^a	18,20 ^a
3125 (100%)	1550 ^{ab}	65,63 ^a	17,88 ^{ab}
3250 (104%)	1518 ^b	65,47 ^{ab}	17,49 ^b
Удельное содержание аминокислот, %			
85	1420 ^c	64,56 ^c	16,39 ^c
100	1592 ^b	65,64 ^b	18,43 ^b
115	1628 ^a	66,45 ^a	19,09 ^a
Факторы	<i>P-значения</i>		
ИОЭ _n	0,03	0,001	0,001
Удельное содержание аминокислот	<0,0001	<0,0001	<0,0001
ИОЭ _n • удельное содержание аминокислот	0,25	0,71	0,18

потребуется более высокое соотношение лизина к обменной энергии. Поэтому ее уровни необходимо тщательно определять для каждого птицеводческого предприятия, чтобы избежать их завышенной оценки и обеспечить рентабельное производство. ■

По материалам издания Facts & Figures, Evonik Operation GmbH, Германия.

Список литературы предоставляется по запросу.