КАЧЕСТВО СМЕШИВАНИЯ КОРМОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЖИВОТНЫХ

А. КЛИМЕНКО, канд. с.-х. наук, **А. ЯПОНЦЕВ**, ООО «Эвоник Химия»

На качество кормовой смеси могут оказывать влияние различные факторы: размер частиц смешиваемых компонентов, последовательность их добавления, налипание продукта на рабочие части смесителя, недостаточное или избыточное заполнение смесителя и время смешивания. Интересно, что результаты исследований, проведенных на комбикормовых предприятиях Европы и США, показали, что в среднем работа более половины смесителей для кормов не соответствует стандарту качества. Основными причинами такой ситуации являются недостаточная продолжительность смешивания, чрезмерная нагрузка на смеситель и его работа в режиме, превышающем проектную мощность, а также изношенность или поломки смесительного оборудования. Совершенно очевидно, что чем лучше качество кормовой смеси, тем выше продуктивность животных, которые ее получают. В первую очередь это относится к цыплятам и поросятам-отъемышам, потребляющим небольшие порции корма. Поэтому важно, чтобы каждая порция была сбалансирована по всем питательным и биологически активным веществам (аминокислоты, витамины и микроэлементы).

Однако данных о том, как влияет качество смешивания на продуктивность животных, сегодня очень мало, и все они в основном представлены в зарубежной научной литературе. Теперь появилась возможность опубликовать их на русском языке.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Один из первых аналитических отчетов, свидетельствующих об отсутствии достаточного количества данных о влиянии некачественного смешивания комбикорма на продуктивность животных, подготовили Mc Coy и соавт. (1994). В исследовании были описаны два опыта. В экспериментальном двухрядном ленточном смесителе при полном заполнении (142 л) был изготовлен кукурузно-соевый комбикорм для бройлеров. Смеситель работал в течение разных промежутков времени, чтобы сымитировать условия промышленного производства. После каждого рабочего цикла из смесителя отбирали 10 случайных проб для определения изменчивости параметров смешивания. В качестве маркеров служили соль, окрашенные частицы железа или хром. В эксперименте 1 в течение 24 дней каждую партию опытного рассыпного корма скармливали 25 петушкам и 25 курочкам кросса Peterson x Arbor Acre (в загоне было по 5 голов как одних, так и других). Корм на 100% соответствовал рекомендациям по питательности NRC.

Данные, представленные в таблице 1, показывают, что вне зависимости от метода исследования при увеличении оборотов вала смесителя с 20 до 40 коэффициент вариации (CV) значительно снижался. Удвоение оборотов до 80 не вызывало дальнейшего снижения CV. Все методы анализа однородности смеси показали достоверные результаты ($P<0,001$). Однако существенного влияния на среднесуточный прирост живой массы и потребление корма в течение 24 дней отмечено не было, продемон-

Таблица 1. Влияние числа оборотов вала смесителя на однородность корма и продуктивность цыплят-бройлеров. Опыт 1 (Mc Coy и соавт., 1994)

Показатель	Обороты вала смесителя			СП*	Вероятность	
	20	40	80		линейная	квадратичная
Соль, CV, %	43,0[a]	10,8[b]	13,1[b]	3,7	0,001	0,001
Красные частицы железа, CV,%	50,0[a]	14,8[b]	17,1[b]	4,2	0,001	0,001
Синие частицы железа, CV, %	47,6[a]	12,0[b]	14,6[b]	4,2	0,001	0,001
Хром, CV,%	49,7[a]	15,3[b]	16,7[b]	4,1	0,001	0,001
Среднесуточный прирост за 24 дня, г	31,5	33,4	33,1	1,1	0,397	0,318
Среднесуточное потребление корма, г	47,5	49,0	48,3	1,2	0,779	0,421
Прирост:корм, г:г	0,663	0,682	0,685	0,01	0,084	0,217

**СП — стандартная погрешность.*

Таблица 2. Влияние числа оборотов вала смесителя на однородность корма и продуктивность цыплят-бройлеров. Опыт 2 (Мс Соу и соавт., 1994)

Показатель	Обороты вала смесителя			СП	Вероятность	
	5	20	80		линейная	квадратичная
Соль, CV, %	40,5[a]	12,1[b]	9,7[b]	3,4	0,001	0,001
Красные частицы железа, CV,%	53,4[a]	16,6[b]	11,3[b]	4,0	0,001	0,001
Синие частицы железа, CV, %	53,9[a]	17,0[b]	10,6[b]	3,5	0,001	0,001
Натрий, CV,%	44,5[a]	23,2[b]	22,8[b]	3,1	0,001	0,001
Среднесуточный прирост за 24 дня, г	23,6[a]	30,0[b]	30,3[b]	1,7	0,045	0,036
Среднесуточное потребление корма, г	43,1	51,5	52,7	2,9	0,074	0,097
Прирост:корм, г:г	0,548[a]	0,583[b]	0,575[b]	0,018	0,170	0,063
Смертность, %	12,0	0	0	5,800	0,280	0,215

стрирована лишь тенденция линейного увеличения соотношения прирост:корм (P<0,084).

В опыте 2 стартерный корм только на 80% соответствовал рекомендациям NRC по содержанию сырого протеина, лизина, метионина, кальция и фосфора для бройлеров в возрасте 0—3 недели. Содержание остальных питательных веществ либо соответствовало рекомендациям NRC либо превышало их. Это было сделано для того, чтобы подчеркнуть любые различия в показателях роста, которые могли быть вызваны неоднородностью рациона. В течение первых 28 дней жизни каждую партию скармливали 25 петушкам и 25 курочкам кросса Peterson x Arbor Acre. В этом опытном периоде исследователи изучали, будет ли птица, получавшая меньше питательных веществ из-за неоднородности корма, демонстрировать компенсаторный рост. Начиная с 28 дня все цыплята получали обычный гранулированный комбикорм с содержанием питательных веществ, удовлетворяющим или превышающим рекомендации NRC для бройлеров в возрасте 3—6 недель. В этом опыте обороты смесителя были снижены до 5 с целью увеличения неоднородности смеси, и вместо хрома в качестве маркера использовали натрий. Опыт продолжался до достижения птицей возраста 42 дней.

Данные таблицы 2 свидетельствуют о значительном улучшении однородности корма при увеличении оборотов вала смесителя с 5 до 20. При 80 оборотах дальнейшего влияния на качество смешивания не наблюдалось. Отмечено достоверное увеличение среднесуточного прироста живой массы при переходе от 5 оборотов к 20. При увеличении частоты вращения вала смесителя была отмечена тенденция к росту суточного потребления корма. Увеличение оборотов до 80, однако, не показало существенного улучшения показателей продуктивности. Что интересно, падеж птицы был отмечен только в группах, которым скармливали рационы с наихудшей однородностью.

В таблице 3 показано, как влияют особенности кормления птицы в первые 28 дней на ее продуктивность в последующие 14 дней (опыт 2). Существенных различий по среднесуточному приросту живой массы и потреблению корма выявлено не было. Однако эффективность прироста живой массы была выше у птицы, которая получала неоднородный корм. Авторы исследования указывают на то, что нельзя точно сказать, объясняется ли этот эффект компенсацией во время заключительной фазы роста или более высокой эффективностью роста у менее крупных и менее зрелых особей. Исследователи пришли к выводу, что в зависимости от используемого метода анализа качества смешивания для достижения максимальных показателей продуктивности бройлеров допустим коэффициент вариации до 20%, то есть вдвое превышающий действующие рекомендации для американской промышленности (Herrman и Behnke, 1994). Однако значение CV на уровне 20% кажется довольно произвольным, так как данные опыта 1 демонстрируют улучшение продуктивности при

Таблица 3. Влияние однородности корма в ростовой период на последующую продуктивность. Опыт 2 (Мс Соу и соавт., 1994)

Показатель	Обороты вала смесителя			СП	Вероятность	
	5	20	80		линейная	квадратичная
Живая масса на начало опыта, в 28 дней, г	795	883	911	—	—	—
Живая масса на конец опыта, в 42 дня, г	2271	2347	2328	—	—	—
Среднесуточный прирост, г	69,3	68,7	68,7	2,4	0,917	0,876
Среднесуточное потребление корма, г	157,9	165,2	168,6	6,5	0,329	0,557
Прирост:корм, г:г	0,439[a]	0,416[b]	0,407[b]	0,006	0,007	0,049

Таблица 4. Влияние продолжительности смешивания корма на продуктивность и однородность живой массы цыплят-бройлеров (Ciftci и Ercan, 2003)

Показатель	Время смешивания, мин								
	0,20			0,59			3,75		
	Стартер	Гроуэр	Финишер	Стартер	Гроуэр	Финишер	Стартер	Гроуэр	Финишер
CV (%) для соли, титрование	38,4	30,0	21,5	11,9	11,3	14,6	7,3	9,8	8,9
Прирост живой массы за 6 недель, г	2167			2191			2177		
Потребление корма, г	4131			4213			4067		
Коэффициент конверсии корма (FCR), г:г	1,906			1,923			1,869		
CV (%) для живой массы в 6 недель, петушки	9,50			8,10			7,41		
CV (%) для живой массы в 6 недель, курочки	10,3			9,6			7,5		

CV 12—15%, а в опыте 2 улучшение продуктивности наблюдали при CV, равном 12—23%. Авторы признают, что результаты опыта 2 подтверждают более раннее предположение, сделанное в работе Wicker и Poole (1991), согласно которому неоднородность корма приводит к ухудшению продуктивности животных. Результаты этого исследования показывают, что при недостатке питательных веществ вероятность ухудшения продуктивности животных при плохом смешивании корма возрастает. Более того, поскольку в опыте 2 падеж птицы наблюдали только в тех группах, которые получали корма с высоким значением CV, очевидно, что многие питательные вещества некоторая птица не потребляла в то время, когда они ей были жизненно необходимы.

В работе Ciftci и Ercan (2003) приведены результаты исследования влияния продолжительности смешивания на продуктивность бройлеров кросса Ross, сортированных по полу, в первые 42 дня жизни (табл. 4). Каждый из трех опытных рационов (время смешивания: 0,20; 0,59 и 3,75мин, соответственно) скармливали цыплятам, размещенным в четырех секциях по 20 голов. Использовали стандартные кукурузно-соевые рационы, удовлетворяющие требованиям по питательности NRC (1994).

В опыте время смешивания незначительно ($P>0,05$) влияло на конечную живую массу (в 6 недель), прирост живой массы, потребление и конверсию корма. Авторы пришли к выводу, что однородность рациона не является критическим параметром при адекватном содержании питательных веществ. Цыплята-бройлеры могут без вреда для продуктивности переносить CV вплоть до 38,4%. Однако авторы также указали на работу Mc Coy и соавт. (1994) и признали, что при скармливании рационов, содержащих лекарственные средства, дополнительные ферменты или недостаточное количество питательных веществ, необходимо соблюдать осторожность. В конце статьи они указывают на то, что для комбикормов с минимальным содержанием питательных веществ необходимо использовать CV = 10%. Несмотря на то что в данном опыте конверсия корма между группами различалась незначительно, можно отметить ее улучшение на 3,7 пункта для комбикормов, смешиваемых в течение 3,75 мин, по сравнению с кормами, смешиваемыми в течение 0,20 мин, и на 5,4 пункта по сравнению с кормами, смешиваемыми в течение 0,59 мин. Большинство специалистов-птицеводов согласятся, что улучшение конверсии корма на 4 пункта поможет заработать их компаниям миллионы долларов в год.

В опыте не было уделено особого внимания однородности живой массы бройлеров. Этот показатель важен для производителей, которые выращивают цыплят для индустрии быстрого питания. Птицеводы предпочтут кормить птицу рационом, который смешивали 3,75 мин, чем двумя другими кормосмесями (0,20 и 0,59 мин). Оптимальное время смешивания комбикормов обеспечивает необходимое количество питательных веществ и позволяет получить однородное поголовье при выращивании бройлеров.

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОРОСЯТ-ОТЪЕМЫШЕЙ

После публикации результатов исследования Mc Coy и соавт. (1994) была опубликована аналогичная работа Traylor и соавт. (1994), в которой рассматривалось влияние качества смешивания на продуктивность поросят-отъемышей и свиней на откорме. Были описаны два опыта. В первом — поросята в возрасте 7—27дней получали корма, смешанные в течение 0; 0,5; 2 и 4 мин в двухрядном ленточном смесителе емкостью 454 кг. Производитель смесителя рекомендует смешивать корма для свиней и птицы 3—4 мин. В опытных группах было по 6 загонов, в каждом из которых содержалось по 5 поросят со средней живой массой на начало опыта 5,5 кг. В опыте 1 в качестве маркера однородности смешивания применялся хром (Cr), в опыте 2 — соль.

Данные, представленные в таблице 5, показывают, что максимальное повышение прироста живой массы и потребления корма произошло при переходе от 0 к 0,5 мин смешивания. Далее тенденция к улучшению этих показателей также четко прослеживается. Авторы пришли к выводу, что для достижения максимальных показателей продуктивности поросятам необходимо получать рационы с CV<12,3%. Они предположили, что при неоднородном распределении компонентов в плохо смешанных кормах снижается их потребление, в результате чего поросята меньше потребляют критически важных питательных веществ.

Таблица 5. Влияние продолжительности смешивания и однородности рациона на продуктивность поросят. Опыт 1 (Traylor и соавт., 1994)

Показатель	Время смешивания, мин				CV	Вероятность		
	0	0,5	2	4		линейная	квадратичная	кубическая
CV для Cr, (%)	106,5	28,4	16,1	12,3	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Среднесуточный прирост, г	267,9	376,8	381,4	399,5	12	0,01	0,02	0,01
Среднесуточное потребление корма, г	599,3	712,8	703,7	721,9	7,9	0,01	0,08	0,02
Корм:прирост, г:г	2,24	1,89	1,85	1,81	9,1	0,01	0,03	0,02

В опыте 2 свиньям скармливали такие же корма, как в опыте1, но их живая масса на начало опыта составляла 53,6 кг, на конец опыта — 118 кг. В этом опыте продолжительность смешивания не оказала значительного влияния на скорость роста, потребление корма, конверсию корма и крепость костей животных. Однако при переходе от 0 к 4 мин смешивания наблюдалось увеличение прироста массы и улучшение коэффициента конверсии корма на 4 и 5%, соответственно. Убойный выход снижался с увеличением времени смешивания. Авторы пришли к выводу, что свиньи на откорме менее чувствительны к неоднородности рациона и способны поедать корма с CV от 15 до 54% без ущерба для продуктивности. Также был сделан вывод о том, что «производительность комбикормового завода может быть увеличена за счет сокращения времени смешивания кормов для свиней на откорме» и что «продуктивность определяется коэффициентом вариации (CV) рациона, а не продолжительностью смешивания».

В более позднем исследовании (Groesbeck и соавт., 2007) описано влияние времени смешивания рациона на продуктивность поросят-отъемышей. Пилотное исследование показало, что размер частиц маркера критически влияет на определение CV смеси. Было проведено еще два опыта: один на поросятах в возрасте 0—14 дней, другой — на поросятах в возрасте 15—28 дней. Корма смешивали в течение 0; 30; 60; 120; 330 с, а в качестве маркера использовали соль с частицами размером 440 мк. Измерения производили на приборах Quantab CL. Результаты опыта представлены в таблице 6. Как в первом, так и во втором периоде исследования увеличение продолжительности смешивания сопровождалось достоверным улучшением прироста живой массы и потребления корма. Увеличение времени смешивания с 0 до 330 с привело к улучшению коэффициента конверсии корма на 19 пунктов в первый период (0—28 дней). За весь опыт прирост живой массы вырос на 3,7 кг. Авторы пришли к выводу, что для достижения максимальных показателей продуктивности поросятам лучше скармливать корма с низким значением CV — 7—12%. При использовании в комбикормах микрокомпонентов, например синтетических аминокислот, для обеспечения ими свиней в необходимом количестве однородное смешивание особенно важно.

Таблица 6. Влияние времени смешивания на продуктивность поросят (Groesbeck и соавт., 2007)

Показатель	Время смешивания, с					СП	Вероятность	
	0	30	60	120	330		линейная	квадратичная
0—14 дней								
Живая масса на начало опыта, кг	6,30	6,35	6,30	6,30	6,30	0,16	—	—
CV корма из смесителя, %	178	38	26	21	5	—	—	—
CV корма из мешка, %	26	20	16	11	7	—	—	—
Среднесуточный прирост, г	190,0	249,0	245,0	256,0	280,00	23,25	0,01	0,10
Среднесуточное потребление корма, г	253,0	298,0	275,0	292,0	314,00	19,04	0,03	0,49
Корм:прирост, г:г	1,33	1,20	1,12	1,14	1,12	0,07	0,03	0,03
14—28 дней								
CV корма из смесителя, %	172	79	60	48	26	—	—	—
CV корма из мешка, %	56	45	40	33	12	—	—	—
Среднесуточный прирост, г	473	562	569	595	646	48,50	0,01	0,12
Среднесуточное потребление корма, г	687	822	793	841	889	56,14	0,01	0,17
Корм:прирост, г:г	1,45	1,46	1,39	1,41	1,38	0,05	0,11	0,32
0—28 дней								
Среднесуточный прирост, г	331	405	407	426	463	35,04	0,01	0,01
Среднесуточное потребление корма, г	470	560	534	566	601	35,89	0,01	0,19
Корм:прирост, г:г	1,49	1,39	1,32	1,33	1,30	0,05	0,04	0,1
Живая масса на конец опыта, кг	15,6	17,6	17,7	18,3	19,3	1,2	0,01	0,89

Большая часть опубликованных данных о влиянии качества смешивания на продуктивность животных доказывает существование прямой связи между повышением ее показателей, улучшением однородности кормовой смеси и низким значением CV. Данный эффект более выражен у молодняка животных. Стандартный для комбикормовой промышленности США коэффициент вариации 10% для кукурузно-соевых рационов становится критическим для цыплят и поросят-отъемышей, особенно при недостаточном содержании питательных веществ, неисправности или низкой производительности оборудования. Там, где используются более сложные рационы, состоящие из многих видов сырья, стандартом для комбикормовой индустрии считается CV ниже 5%.

Тем не менее результаты сравнения коэффициентов вариации для разных видов кормов при одинаковом времени смешивания (Ciftci и Ercan, 2003) показали, что в период откорма, благодаря повышенному потреблению корма животными, для улучшения показателей продуктивности совсем необязательно применять такие же низкие значения CV. Сокращение продолжительности смешивания возможно, если производительность линии смешивания является «бутылочным горлышком» в общей производительности комбикормового завода.

Опубликованные данные не подтверждают необходимости использования стандартного времени смешивания для всех видов кормов на заводе. Без потери продуктивности животных для стартерных рационов лучше использовать более продолжительное время смешивания, а для кормов, которые поедаются в большом количестве, эффективнее короткие интервалы. Увеличение продолжительности смешивания кормов важно для молодняка животных, так как он потребляет корм в небольшом количестве, следовательно, это требует равномерного распределения всех незаменимых микрокомпонентов даже в малой порции рациона. Не следует изменять время смешивания произвольным образом. Регулярный контроль работы смесителей для разных типов кормов важен не только для повышения эффективности производства и продуктивности животных, но и для соблюдения технологических стандартов и инструкций. С этой точки зрения для получения точных, надежных и сравнимых результатов тестирования производительности линии смешивания стоит ознакомиться с методами анализа однородности смешивания кормов. Clark и соавт. (2007) в своей работе указали, что из 11 различных маркеров однородности корма DL-метионин (99%) и L-лизин (78%) являются наилучшими. ■