

ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕМИКСОВ

А. СПЕСИВЦЕВ, технический директор ЗАО АгроБелСервис

А. АНТИПОВ, генеральный директор ЗАО АгроБелСервис

Последние исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что вариации содержания биологически активных веществ (БАВ) в потребляемом корме значительно влияют на продуктивность животных и конверсию корма. В то время как идеальный корм должен содержать все питательные и биологически активные вещества в каждой грануле или единице массы рассыпного комбикорма в соответствии с заданным рецептом. Однако на практике мы всегда вынуждены ограничивать себя какой-то компромиссной оптимальной величиной, равной, например, суточной дозе потребляемого корма. Специалисты европейских компаний, производящих комбикорма, в расчетах, как правило, применяют 20 г. Такую же величину используют практически все производители технологического оборудования для комбикормовой промышленности при тестировании смесителей. С ними можно согласиться хотя бы потому, что за первую неделю жизни даже цыпленок съедает около 100 г комбикорма, подсосным поросятам требуется уже 30–50 г комбикормов в сутки, а куриные суши и бройлеры потребляют за этот период соответственно 150 и 180 г. В своих расчетах, на основании которых составлены таблицы 1 и 2, а также построена диаграмма 1, мы использовали ту же величину — 20 г.

В производственных условиях получить идеальный корм невозможно в связи с неоднородностью химического состава компонентов, погрешностями в дозировании, не идеальным смешиванием, имеющими место отклонениями в анализах сырья и готовой продукции. Но даже если мы ответим на все поставленные вопросы с идеальной точностью, то все равно нам понадобится определенное количество частиц — носителей свойств каждого биологически активного вещества премикса, чтобы в дальнейшем распределить их в комбикорме с требуемым коэффициентом вариации (V_c). Другими словами, затраты на дорогостоящие сверхточные дозаторы, на смесители с высокими показателями распределения и на другое сверх-

современное оборудование не будут полностью оправданы, если не будет выявлена объективная зависимость между размером частиц БАВ премиксов и уровнем их ввода в комбикорма.

Поскольку наша статья носит прикладной характер, мы не будем углубляться в математические (статистические) закономерности производственных процессов, а лишь отметим, что распределение в комбикормах компонентов премиксов, какими являются биологически активные вещества, подчиняется закону малых чисел и описывается законом Пуассона. Это распределение зависит не только от количества, размеров, физических свойств (плотности) частиц, но и от размера выборки (массы) исследуемого продукта, в котором эти частицы распределяются. Естественно, чем меньше количество вводимого БАВ, тем больше степень его измельчения. По нашим расчетам, если животным и птице скармливают комбикорм в количестве не менее 20 г в сутки с коэффициентами вариации распределения частиц БАВ премиксов — 3%, 4 и 5%, то необходимо, чтобы эти БАВ состояли не менее чем из 55,6 млн, 31,2 и 20 млн частиц на 1 т комбикорма, соответственно.

Существует множество рекомендаций по выбору оптимальной величины частиц биологически активного вещества, вводимого в премиксы, в зависимости от его массы в комбикорме. Однако в течение почти двух десятилетий, в отличие от ужесточающихся требований к кормам, эти рекомендации почти не изменились. В них не учитывается плотность частиц, не указывается, для каких видов и групп животных предназначены комбикорма с частицами БАВ рекомендуемого размера, а также с каким коэффициентом вариации могут быть распределены в комбикормах БАВ, содержащиеся в премиксах.

В 2002 г. вышла в свет книга «Актуальные проблемы применения биологически активных веществ и производства премиксов» (г. Сергиев Посад), которая стала настольной для многих специалистов, в том числе и для нас.

Таблица 1. Результаты расчета массы и диаметра частиц БАВ премиксов

Масса БАВ премиксов в 1 т комбикорма, г	Плотность БАВ премиксов, г/см ³	Масса 1 частицы премиксов, мкг			Диаметр 1 частицы БАВ премиксов, мк			Средний диаметр частиц БАВ премиксов, рекомендуемый авторами книги, мк
		$V_c = 3\%$	$V_c = 4\%$	$V_c = 5\%$	$V_c = 3\%$	$V_c = 4\%$	$V_c = 5\%$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1	1	0,0018	0,0032	0,0050	15,1	18,3	21,2	22
1,0	1	0,0180	0,0320	0,0500	32,5	39,4	45,7	45
10,0	1	0,1800	0,3200	0,5000	70,1	84,9	98,5	100
50,0	1	0,9000	1,6000	2,5000	119,8	145,1	168,4	170
227,0	1	4,0860	7,2640	11,350	198,4	240,3	278,8	270
907,0	1	16,326	29,024	45,350	314,7	381,3	442,4	440
4356,0	1	78,408	139,392	217,800	531,0	643,3	746,5	725
0,1	3	0,0018	0,0032	0,0050	10,5	12,7	14,7	—
1,0	3	0,0180	0,0320	0,0500	22,5	27,3	31,7	—
10,0	3	0,1800	0,3200	0,5000	48,6	58,8	68,3	—
50,0	3	0,9000	1,6000	2,5000	83,1	100,6	116,8	—
227,0	3	4,0860	7,2640	11,350	137,5	166,6	193,3	—
907,0	3	16,326	29,024	45,350	218,2	264,4	306,8	—
4356,0	3	78,408	139,392	217,800	368,2	446,0	517,6	—

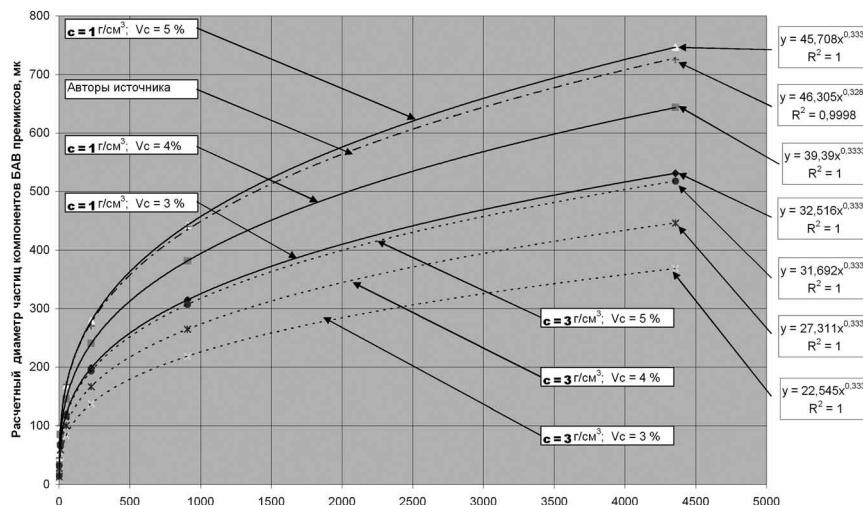


Рис. 1. Зависимость размера частиц БАВ премиксов от массы этих веществ в 1 т комбикорма (при $M_b = 20$ г; $V_c = 3; 4$ и 5%)

В ней авторитетные в области кормления и кормопроизводства авторы (Т.М. Околелова, А.В. Кулаков, С.А. Молоскин, Д.М. Грачев) отмечают, что величина частиц препаратов биологически активных веществ служит важным признаком качества премикса. И хотя для всех препаратов не существует единой оптимальной величины частиц БАВ, но установлены ориентировочные средние размеры в зависимости от уровня их ввода в комбикорма. На эти рекомендации авторов упомянутой выше книги мы и будем ссылаться далее. Но и после ее выхода в свет у специалистов осталось немало вопросов. Ответы на некоторые из них мы хотим предложить в этой статье.

В таблице 1 представлены результаты расчета массы и размеров частиц БАВ премиксов, с различной плотностью. Эти масса и размеры необходимы для распределения частиц в комбикормах с коэффициентом вариации, равным 3; 4 и 5%.

В графы 3, 4 и 5 внесены значения частного от деления значения массы БАВ, содержащихся в 1 т комбикорма, на количество частиц — 55,6 млн, 31,2 и 20 млн, которое зависит от принятой нами выборки и коэффициента вариации распределения этих веществ в комбикорме. В графы 6, 7 и 8 внесены расчетные значения диаметров частиц БАВ, соответствующих диаметрам отверстий сит, через которые проходит 50% массы БАВ при исследовании их гранулометрического состава, а также вычисленных на основании значений массы и плотности БАВ, при условии, что все частицы имеют правильную шарообразную форму. На основании данных таблицы 1 построена диаграмма зависимости размера частиц (плотность — 1 г/см³ и 3 г/см³) биологически активных веществ премикса от массы этих веществ в 1 т комбикорма (рис. 1). Частицы распределены с коэффициентами вариации, равными 3; 4 и 5%. На диаграмме отчетливо видны семь различных кривых, которые описываются уравнениями, приведенными справа от нее. Шесть выведенных нами уравнений абсолютно точно соответствуют своим кривым, а уравнение кривой, построенной на основании рекомендаций анализируемого нами источника — книги «Актуальные проблемы применения биологи-

чески активных веществ и производства премиксов», имеет величину достоверности аппроксимации, равную 0,9998, то есть очень близкую к единице. Эти уравнения мы привели для того, чтобы каждый специалист, воспользовавшись ими, мог самостоятельно вычислить оптимальный размер частиц БАВ премиксов для конкретных условий производства.

На диаграмме наглядно показано: чтобы добиться более однородного распределения в комбикормах частиц БАВ с одинаковой плотностью, необходимо увеличивать степень их измельчения. Кроме того, чем больше плотность частиц, тем меньший размер они должны иметь. Это легко понять, так как при определенной массе любого БАВ, распределяемого в составе премикса в комбикорме, масса одной его частички, безусловно, не зави-

сит от ее плотности, а диаметр обратно пропорционален корню кубическому из значения плотности. Иными словами, если мы будем сравнивать диаметры двух частиц с одинаковой массой и различной плотностью — 1 г/см³ и 3 г/см³, то диаметр второй будет меньше первой в 1,4422 ($\sqrt[3]{3}/1$) раза. Это легко проверить, сравнив табличные значения диаметров.

Также несложно заметить, что кривая, построенная нами (масса выборки = 20 г, $\rho = 1$ г/см³, $V_c = 5\%$), очень близка к кривой, построенной на основании рекомендаций авторов названной выше книги. Можно предположить, что приблизительные значения авторы рассчитали, исходя из следующих условий: масса выборки (M_b) составляет 20 г, плотность частиц — 1 г/см³, а коэффициент вариации распределения частиц БАВ премиксов в комбикорме изменился, и для частиц диаметром 22; 45; 100; 170; 270; 440 и 725 мк составлял соответственно 5,3; 4,9; 5,1; 5,1; 4,8; 5,0 и 4,8%.

Прочитав изложенное, кто-то из специалистов может сделать вывод: чем мельче частицы БАВ, вводимые в комбикорма в составе премиксов, тем лучше. Но это не всегда так. Поясним почему.

Частицы размером менее 100 мк и любой формы обладают свойствами «связанных» частиц. Над силами грави-

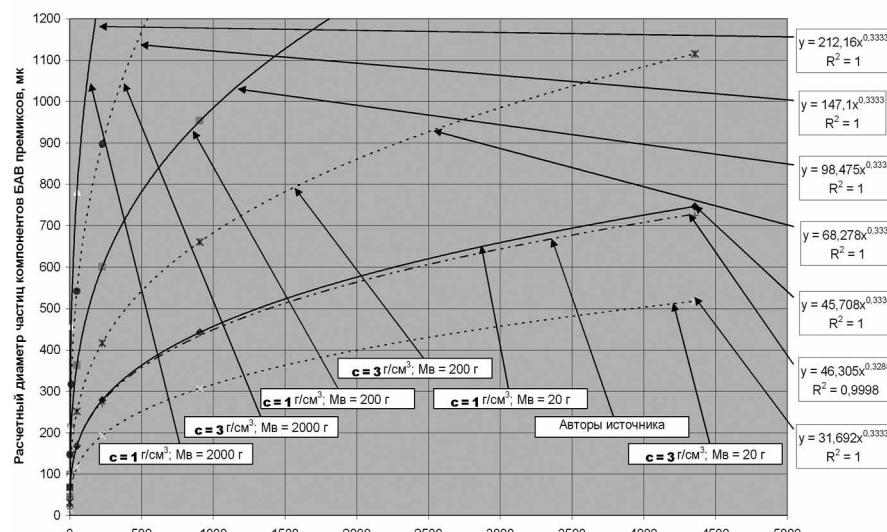


Рис. 2. Зависимость размера частиц БАВ премиксов от массы этих веществ в 1 т комбикорма (при $M_b = 20; 200$ и 2000 г; $V_c = 5\%$)

Таблица 2. Результаты расчета диаметра частиц БАВ премиксов

Масса БАВ премиксов в 1 т комбикорма, г	Диаметр 1 частицы БАВ премиксов, мк			Средний диаметр частиц, рекомендуемый авторами книги, мк
	Vc = 3%	Vc = 4%	Vc = 5%	
0,1	15,1	18,3	21,2	22
0,2	19,0	23,0	26,7	
0,3	21,8	26,4	30,6	
0,4	24,0	29,0	33,7	
0,5	25,8	31,3	36,3	
0,6	27,4	33,2	38,6	
0,7	28,9	35,0	40,6	
0,8	30,2	36,6	42,4	
0,9	31,4	38,0	44,1	
1,0	32,5	39,4	45,7	45
2,0	41,0	49,6	57,6	
3,0	46,9	56,8	65,9	
4,0	51,6	62,5	72,6	
5,0	55,6	67,4	78,2	
6,0	59,1	71,6	83,1	
7,0	62,2	75,3	87,4	
8,0	65,0	78,8	91,4	
9,0	67,6	81,9	95,1	
10	70,0	84,9	98,5	100
20	88,3	106,9	124,1	
30	101,0	122,4	142,0	
40	111,2	134,7	156,3	
50	119,8	145,1	168,4	170
60	127,3	154,2	178,9	
70	134,0	162,3	188,3	
80	140,1	169,7	196,9	
90	145,7	176,5	204,8	
100	150,9	182,8	212,1	
200	190,1	230,3	267,3	
227	198,3	240,2	278,8	270
300	217,6	263,6	305,9	
400	239,5	290,2	336,7	
500	258,0	312,6	362,7	
600	274,2	332,2	385,4	
700	288,6	349,7	405,8	
800	301,8	365,6	424,2	
900	313,9	380,2	441,2	
907	314,7	381,2	442,3	440
1000	325,1	393,8	457,0	
1500	372,1	450,8	523,1	
2000	409,6	496,2	575,7	
2500	441,2	534,5	620,2	
3000	468,8	568,0	659,0	
3500	493,6	597,9	693,8	
4000	516,0	625,1	725,4	
4356	530,9	643,1	746,3	725
4500	536,7	650,1	754,4	
5000	555,9	673,4	781,4	

тации у них начинают преобладать силы межмолекулярного взаимодействия и силы, обусловленные зарядами статического электричества. Помимо этого они приобретают способность витать в воздухе. Если продукт, содержащий подобные частицы, привести во взвешенное состояние, то одни из них, образовав аэрозольное облако, окажутся в аспирационных установках или в производственном помещении через неплотные соединения в оборудовании, повысив запыленность воздуха в рабочих зонах; другие — налипнут на внутренние поверхности оборудования. Исключить или минимизировать подобные явления сложно. Чтобы организовать на предприятии движение продуктов с такими частицами всем массивом, не приводя их во взвешенное состояние, требуются не только определенные затраты на реализацию дорогостоящих технических решений, но и талант специалистов, которые на

протяжении многих лет занимаются разработкой технологических процессов. При выборе оптимальных размеров частиц БАВ для ввода их в премиксы необходимо учитывать, для каких видов и групп животных он предназначается, и отдавать предпочтение тем препаратам БАВ, гранулометрический состав которых соответствует не минимальным, а расчетным значениям размеров его частиц.

Все наши рассуждения до этого базировались на том, что мы должны обеспечить заданное распределение в комбикормах различных биологически активных веществ, содержащихся в премиксах, с учетом скармливания животным не менее 20 г комбикормов в сутки.

Теперь рассмотрим, можно ли без ущерба для качества увеличить размер частиц БАВ, если скармливать не менее 200 и 2000 г комбикормов в сутки? В этом случае необходимо, чтобы каждое биологически активное вещество состояло соответственно из 2 и 0,2 млн частиц для нормального распределения в 1 т комбикорма.

На рисунке 2 показана диаграмма зависимости размера частиц биологически активных веществ премиксов от массы этих веществ в комбикорме, скармливаемом животным в количестве 20; 200 и 2000 г в сутки. На диаграмме указаны размеры частиц, необходимые для распределения БАВ в комбикорме с коэффициентом вариации 5%.

Мы не станем комментировать этот график также подробно, как первый. Отметим лишь, что при любой плотности частиц биологически активного вещества премиксов, распределляемого в комбикорме, и определенной массе, выполняется следующее условие: чем больше корма потребляют животные в сутки (Mb), тем крупнее могут быть частицы биологически активного вещества в премиксах, безусловно, при соблюдении требуемых ограничений. При расчетах можно пользоваться следующей зависимостью: если при прочих равных условиях диаметр частиц БАВ премиксов (при массе выборки 20 г) принять за единицу, то при массе 200 и 2000 г значение диаметра этих частиц можно увеличить соответственно в 2,1544 и 4,6416 раза, но не более чем до 0,4–0,6 мм.

Таблицу 2 мы предлагаем использовать для расчета размера (диаметра) частиц плотностью 1 г/см³, который необходим для их распределения в комбикорме с коэффициентом вариации 3; 4 и 5% и который зависит от массы БАВ в комбикорме, скармливаемом животным в количестве не менее 20 г в сутки.

Таблицей пользоваться несложно. Если плотность интересующего вас компонента, например, не 1 г/см³, а 3 г/см³, то найденное табличное значение диаметра частиц необходимо уменьшить в 1,4422 раза ($\sqrt[3]{3}/1$). А если премикс предназначен для ввода в комбикорма для животных, потребляющих в сутки не 20, а 200; 2000 и более граммов, то табличное значение диаметра частиц (если $\rho = 1 \text{ г/см}^3$) или найденное после корректировки по плотности значение можно увеличить соответственно в 2,1544 и 4,6416 раза, вплоть до 0,4–0,6 мм.

Надеемся, что наша статья заинтересует не только производителей премиксов, для которых подготовка отдельных БАВ обычная практика. Может быть, и производители комбикормов после ее прочтения станут более внимательно относиться к такому сложному продукту, как премикс, — поймут, что потеря даже нескольких десятков граммов этого продукта в процессе производства приводит практически к полному отсутствию в комбикорме важнейших БАВ, и как следствие, к снижению его эффективности в целом. Еще одна задача, которую мы перед собой ставили при написании этой статьи, — обратить внимание производителей и поставщиков БАВ, что для производства высокоеффективных комбикормов гранулометрические показатели (выравненность и размеры частиц) биологически активных веществ имеют не меньшее значение, чем их химический состав.