

Профессор В. А. Афанасьев, соискатель И. С. Богомолов
(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра технологии хранения и переработки зерна,
тел. (473) 255-65-11

Исследование влияния режимов экспандирования рассыпных комбикормов на их качество

Разработана ресурсосберегающая технология и комплект оборудования для производства экспандированного комбикорма. Исследовано влияние режимов экспандирования рассыпных комбикормов двух видов на их качество.

Resource-saving technology and equipment for expanded foodstuff production is developed. Expanding regimes of two types of sand-like foodstuff for poultry influence upon its quality is evaluated.

Ключевые слова: экспандирование, режимы, комбикорм, качество.

Серьезной проблемой, сдерживающей развитие животноводства, являлась несбалансированность кормов, причем основная их часть в России приходится на крупный рогатый скот (КРС), свиней и других сельскохозяйственных животных. Для существующих технологий переработки кормов характерны высокие энергозатраты и металлоемкость оборудования, низкое качество готового продукта и др. [1].

Создание инновационной технологии производства экспандированных комбикормов, адаптированных для различных животных, позволит повысить требования к их качеству, расширить номенклатуру сырья и ассортимент продукции [2].

Во Всероссийском научно-исследовательском институте комбикормовой промышленности в рамках выполнения научно-технической программы Союзного государства «Разработка перспективных ресурсосберегающих, экологически чистых технологий и оборудования для производства биологически полноценных комбикормов» на 2011-2013 годы разработана ресурсосберегающая технология и комплект оборудования для производства экспандированного комбикорма (рисунок).

Исследование режимов экспандирования рассыпных комбикормов и их влияние на качество готовой продукции проводили в процессе производства комбикормов по рецептам: ПК-1 (для кур-несушек 15-18 месяцев) и ПК-2 (для молодняка кур 5-30 дней) (табл. 1).

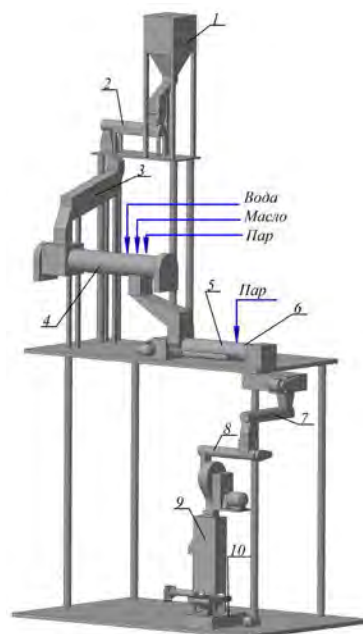


Рисунок. Технологическая схема линии экспандирования рассыпных комбикормов: 1 – накопительный бункер; 2 – шнековый питатель; 3 – магнитная колонка; 4 – кондиционер-смеситель; 5 – экспандер; 6 – запирающий конус; 7 – структуратор; 8 – шнековый питатель; 9 – пресс-гранулятор; 10 – охлаждающая колонка

Технологические параметры процесса экспандирования:

Нагрузка на электродвигатель экспандера, А	200
Производительность экспандера, т/ч ...	10
Температура пропаренного комбикорма в кондиционере, °С,	80

Температура продукта на выходе из экспандера, °С	100...105
Давление запирающего конуса, МПа	1,0...1,5
Продолжительность обработки комбикорма в экспандере, с	~5

Величину нагрузки на основной электродвигатель экспандера поддерживали на постоянном уровне для сравнительной оценки экспандирования рассыпных комбикормов различных рецептов. Подачу воды в кондиционер осуществляли в количестве не более 0,5 % для получения оптимальной влажности. Температуру продукта в кондиционере меняли в пределах от 70 до 80 °С, на выходе из экспандера – от 100 до 105 °С.

Т а б л и ц а 1

Рецептура, химический состав и характеристики комбикормов

Компонент	ПК-2	ПК-1
Пшеница	50,00	35,00
Ячмень	12,15	23,36
Кукуруза	12,00	6,00
Соя полножирная	10,00	7,50
Мука рыбная	1,00	3,00
Мука мясокостная	3,00	3,00
Шрот соевый	8,00	9,00
Соль	0,17	0,11
Известняковая мука	1,68	8,00
Монокальцийфосфат	0,67	0,60
Масло подсолнечное	0,00	3,30
Премикс	1,00	1,00
DL-Метионин	0,15	0,13
Монохлоридат лизина	0,18	0,00
L-Треонин	0,00	0,00
ИТОГО:	100,00	100,00
Обменная энергия, ккал/100 г	288,00	280,05
Обменная энергия, МДж/кг	12,00	11,68
Сырой протеин	17,40	17,15
Сырой жир	4,01	6,77
Сырая клетчатка	3,37	3,39
Лизин	0,95	0,86
Метионин	0,40	0,39
Метионин+цистин	0,66	0,62
Треонин	0,59	0,60
Кальций	1,10	3,45
Фосфор	0,67	0,68
Натрий	0,15	0,15
Хлористый натрий	0,38	0,38
Линолевая кислота	1,73	3,51

По приборам фиксировали температурные режимы кондиционирования и экспандирования

комбикормов, давление пара, производительность экспандера, расход электроэнергии, давление запирающего конуса и другие параметры.

В намеченных точках линии производили отбор промежуточных продуктов и готовой продукции. В пробах определяли влажность, гранулометрический состав и показатели качества.

Использование экспандера позволяет вводить в гранулированные комбикорма до 20 % жира и до 20 % мелассы. В экспандере достигается давление до 10,0 МПа и температура – до 120 °С, продолжительность обработки составляет 5-20 с. Под действием влаги и теплоты происходит клейстеризация крахмала, крахмальные зерна разрываются и переходят в более усвояемую форму. При обработке в экспандере наблюдается частичная денатурация белка, что должно способствовать его лучшему усвоению. Как показали исследования, обработка в экспандере уменьшает бактериальную обсемененность, полностью уничтожает бактерии, кишечную палочку, плесневые грибы и сальмонеллы.

За счет статических и динамических воздействий внешнего и внутреннего давлений на клеточном и молекулярном уровне на защитные мембраны, температуры и других факторов наблюдается денатурация белка, инактивация антипитательных веществ, декстринизация крахмала, деструкция целлюлозолигниновых образований, практически полная стерилизация конечной продукции от микроорганизмов и бактерий, создание микропористой структуры в готовом продукте, которая лучше поддается воздействию желудочного сока, следовательно, идет более полное усвоение питательных веществ организмом животных.

Это возможно при разрушении зернистой структуры крахмала на клеточном уровне, что способствует разрыву природных связей между отдельными составляющими частями и переводу его в более простые углеводы в виде декстринов и сахаров, т. е. происходит желатинизация крахмала или декстринизация его на более простые составляющие. Отмечено, что разрушение жирорасщепляющих ферментов при экспандировании повышает срок хранения комбикормов, сохраняет их вкусовые качества.

Основные параметры линии экспандирования комбикормов приведены в табл. 2. Из табл. 2 следует, что при подаче воды в кондиционер (0,5 %) температура кондицио-

нирования и экспандирования комбикормов снижается на 5-10 °С.

Так, в первом опыте при экспандировании рассыпного комбикорма без ввода воды температура кондиционирования составляла 80-82 °С, а на выходе из экспандера – 105 °С. При такой же обработке комбикорма, но с добавлением 0,5 % воды (опыт 3) температура продукта снизилась при кондиционировании до 70 °С, на выходе из экспандера – до 100 °С.

Добавление воды на стадии кондиционирования привело к незначительному увеличению производительности экспандера при уменьшении удельных энергозатрат. Однако ввод воды в кондиционер должен быть ограничен в силу возможного ухудшения технологических свойств комбикормов, обусловленного излишним переувлажнением.

При дальнейшем гранулировании таких комбикормов возможно получение гранул с низкими прочностными свойствами.

В целом количество добавляемой воды зависит от рецепта комбикорма, его исходной влажности, количества вводимых жидких добавок (мелассы, жира и др.).

В связи с этим при исследовании была проанализирована динамика влажности комбикормов на различных этапах технологического процесса с определением величины усушки или увлажнения экспандированных комбикормов (табл. 3).

Из табл. 3 следует, что наибольшее увлажнение комбикормов происходит при кондиционировании в результате обработки их паром и ввода воды. Так, имея исходную влажность 10,7-11,5 %, после кондиционирования влажность комбикормов повысилась на 2,4-4,7 % и составила 13,1-16,1 %.

После обработки в экспандере влажность комбикормов несколько уменьшилась и находилась на уровне 12,8-15,2 %. В процессе гранулирования экспандированных комбикормов, осуществляемого без пара, наблюдалось дальнейшее уменьшение их влажности. Наибольший съем влаги (2,0-2,4 %) отмечен при охлаждении гранул в охладительных колонках.

Конечная влажность экспандированных комбикормов в виде крупки находилась в пределах 9,9-11,1 %, что несколько ниже исходной влажности рассыпных комбикормов 10,7-11,5 %.

Выполненные расчеты с учетом найденных значений влажности показали, что величина усушки в первом опыте при выработке экспандированных комбикормов в виде крупки рецепта ПК-2 составляла 0,45-0,67 %, а рецепта ПК-1 – 0,89 % (опыт 2) и 0,45-0,56 % (опыт 3). То есть в данном случае можно отметить, что исследуемые

режимы обработки при выработке экспандированных комбикормов в виде крупки не обеспечивали выхода готовой продукции на уровне 100 % ввиду имеющей место усушки. По результатам всех опытов при выработке экспандированных комбикормов средняя величина усушки составила 0,6 %.

Таким образом, выполненные исследования показывают, что необходимо производить настройку линии по основным технологическим и технологическим параметрам, исключая потерю готовой продукции из-за возможной усушки или переувлажнения, т. е. увлажнения выше установленных норм.

Выработанные при различных режимах экспандированные комбикорма анализировали по гранулометрическому составу в сравнении с рассыпными (табл. 4).

Анализ данных табл. 4 показывает, что экспандированные комбикорма имели частицы более крупные по сравнению с рассыпными комбикормами. Средний размер частиц находился на уровне 1,99-2,98 мм и превышал соответствующий показатель рассыпных комбикормов более чем в два раза.

Содержание мелкой фракции (прохода сита с отверстиями диаметром 1 мм) в экспандированных комбикормах составило 11,7-20,3 %, что в три раза меньше, чем в рассыпных.

Значительное снижение содержания мелкой фракции в экспандированных комбикормах является положительным фактором, так как приводит к меньшим потерям корма и запыленности окружающего воздуха, а также позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия при транспортных, погрузочно-разгрузочных операциях и кормлении.

Содержание крупной фракции (сход сита с отверстиями диаметром 5 мм) в крупке из гранулированного экспандата рецепта ПК-1 (опыт 2 и 3) составляло 1,5-3,6 % и не превышало соответствующий показатель, установленный для комбикормовой крупки не более 10 %). Выявленное несоответствие приготовленных экспандированных комбикормов требованиям крупности, предъявляемым к комбикормовой крупке, объясняется отсутствием в линии контроля крупности готовой продукции на завершающем этапе.

Технические и технологические параметры линии

№ опыта	Рецепт комбикорма	Производительность, т/ч	Кондиционер			Экспандер		
			Температура пропаренного комбикорма, °С	Давление пара, МПа	Подача воды, кг/ч (%)	Температура продукта на выходе, °С	Давление запаривающего конуса, МПа	Удельный расход электроэнергии, кВт ч/т
1	ПК-2	10,0	80...82	0,05	-	105	1,2...1,3	11,48
2	ПК-1	12,1	75	0,05	48 (0,4)	105	1,1	9,49
3	ПК-1	12,6	70	0,05	63 (0,5)	100	1,0	9,11

Т а б л и ц а 3

Динамика влажности комбикормов на этапах технологического процесса, %

Точка отбора проб	Опыт 1 ПК-2			Опыт 2 ПК-1	Опыт 3 ПК-1	
	1	2	3		1	2
Перед кондиционером	11,5	11,5	11,5	10,7	10,7	10,7
После кондиционера	15,2	16,1	-	13,1	13,6	13,4
После экспандера	14,8	15,2	-	12,8	13,1	13,0
После структуратора	-	-	-	12,6	12,9	12,9
После пресса:						
№ 1	12,9	13,3	-	12,6	12,9	12,8
№ 2	11,5	11,6	-	-	-	-
После охладителя:						
№ 1	11,6	11,8	-	-	-	-
№ 2	11,5	11,6	-	-	-	-
После измельчителя:						
№ 1	11,4	11,2	-	9,8	10,0	10,3
№ 2	11,2	11,1	-	10,2	10,4	10,3
Перед силосом	11,1	11,1	10,9	9,9	10,2	10,3
Усушка, %	0,45	0,45	0,67	0,89	0,56	0,45

Т а б л и ц а 4

Гранулометрический состав рассыпных и экспандированных комбикормов

№ опыта	Комбикорм		Остатки (%) на ситах Ø, мм:				Проход сита с отв. Ø 1 мм, %	Средний размер частиц, мм
	Рецепт	Вид продукции	5	3	2	1		
1	ПК-2	Рассыпной	-	0,3	5,6	25,6	68,5	0,88
		Крупка из гранулированного экспандата	-	10,0	44,7	25,0	20,3	1,99
			-	10,0	47,8	22,7	19,5	2,03
2	ПК-1	Рассыпной	-	3,1	18,7	31,2	47,0	1,29
		Крупка из гранулированного экспандата	1,7	28,4	31,0	20,9	18,0	2,41
			3,6	47,2	27,1	10,4	11,7	2,98
			2,1	38,0	29,0	18,1	12,8	2,70
3	ПК-1	Рассыпной	-	2,3	13,1	27,3	57,3	1,12
		Крупка из гранулированного экспандата	1,5	33,3	25,9	19,7	19,6	2,46
			3,0	39,3	27,5	15,9	14,3	2,74
			1,7	39,0	23,8	18,5	17,0	2,61

Экспандирование обеспечивает следующие преимущества: ввод большого количества жидких компонентов – масла, жира, мелассы и др.; устранение вредных для питания компонентов; улучшение качества и усвояемости комбикормов; более высокую производительность пресса для гранулирования; использование более дешевого и сложного для гранулирования сырья. Благодаря таким изменениям удельный расход электроэнергии на экспандирование снижается в 2,0-2,5 раза по сравнению с экструдированием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, В. А. Теория и практика специальной обработки зерновых компонентов в технологии комбикормов [Текст] / В. А. Афанасьев. – Воронеж: ВГУ, 2002. – 296 с.
2. Афанасьев, В. А. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов [Текст] / В 2 т. В. А. Афанасьев. – Воронеж: Элистр, 2008. – 490 с.