

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ЯЧМЕНЯ ПЕРЕГРЕТЫМ ПАРОМ

А. ШЕВЦОВ, д-р техн. наук, **Е. ОСТРИКОВА**, ГОУВПО Воронежская государственная технологическая академия
А. ТКАЧЕВ, генеральный директор ООО Латненский элеватор

Одна из важнейших стадий технологического процесса при производстве комбикормов — тепловая обработка зернового и зернобобового сырья. К ней относятся: обжарка горячим воздухом (конвективный метод), поджаривание на металлической поверхности (кондуктивный), конвективно-кондуктивный метод, обработка ИК-лучами (микронизация), пропаривание с последующим поджариванием или плющением, экструдирование, экспандирование. Как правило, критериями оценки каждого способа тепловой обработки служат: изменение свойств крахмала (степень декстринизации и клейстеризации, переваримость); изменение свойств белка (переваримость, его фракционный состав); инактивация антипитательных веществ; санитарно-гигиенические показатели. Суммарный эффект от тепловой обработки оценивают увеличением привесов животных, удельными затратами корма и снижением издержек производства.

Общий недостаток известных способов тепловой обработки — это отрицательное воздействие жестких режимов обработки на белковый комплекс зерна. При таких режимах высока вероятность реакции меланоидинообразования (реакции Майяра) — взаимодействия свободных аминокислот с редуцирующими

сахарами, приводящее к их связыванию и непереваримости. Так, при нагревании зерна до температуры 190°C доступность аминокислот, в частности лизина, снижается на 12–14%, а при 240°C некоторые из них полностью разрушаются, кроме того, подвергаются инактивации полезные ферменты, содержащиеся в зерне, — целлюлаза, гемицеллюлаза и бетаглюконаза, которые разлагают некрахмалистые полисахариды.

В последнее время в технологии обжарки пищевых продуктов широкое распространение получило использование высокотемпературных инертных теплоносителей, в частности перегретого пара. Это обусловлено тем, что перегретый пар обладает высокими энергетическим КПД, удельной теплоемкостью и коэффициентом теплоотдачи, позволяет исключить окисление жиров продукта за счет отсутствия кислорода.

Недостаточное изучение процесса обжарки ячменя перегретым паром, опасение за сохранность качества готового продукта сдерживают внедрение этой инновационной технологии.

На кафедре «Технология хранения и переработки зерна» Воронежской государственной технологической академии проводились исследования процесса обжарки ячменя сорта «Анабель» перегретым паром атмосфер-

ного давления на экспериментальной установке. Она состояла из парогенератора, пароперегревателя, циркуляционного трубопровода, рабочей камеры, вентилятора и шкафа управления. Температура теплоносителя менялась в пределах от 140 до 180°C, а его скорость — от 0,35 до 1,85 м/с. Температуру продукта определяли с помощью хромель-капелевых термомпар, влажность — методом высушивания до постоянной массы в сушильном шкафу. Продолжительность процесса составляла 44–52 мин, высота слоя продукта на газораспределительной решетке — 19 мм, за один прием обрабатывалось 0,5 кг зерна.

Температурные режимы и продолжительность процесса выбирали исходя из минимизации энергетических затрат, максимального сохранения питательных веществ в ячмене и его начальной влажности. При этом учитывали влияние режимов тепловой обработки на переваримость крахмала и инактивацию ряда антипитательных веществ. Первичную оценку качества обжаренного ячменя проводили по органолептическим показателям: цвету, равномерности обжарки и запаху (табл. 1).

Готовый продукт имеет светло-коричневую либо темно-золотистую равномерную окраску и обладает характерным запахом обжаренного ячменя. Слишком светлый цвет сви-

Таблица 1. Органолептические показатели качества обжаренного ячменя

Температура теплоносителя, °С	Скорость теплоносителя, м/с			
	0,35	0,8	1,3	1,85
140	—	—	Золотистый цвет, равномерно обжаренные зерна, характерный для ячменя запах	Светло-золотистый цвет, равномерно обжаренные зерна, характерный для ячменя запах
150	Светло-золотистый цвет, равномерно обжаренные зерна, характерный для ячменя запах	Темно-золотистый цвет, равномерно обжаренные зерна, характерный для ячменя запах	— “ —	— “ —
160	— “ —	Золотистый цвет, равномерно обжаренные зерна, характерный для ячменя запах		
170	Темно-золотистый цвет, равномерно обжаренные зерна, слабый запах обжаренного ячменя		Темно-золотистый цвет, слегка неравномерно обжаренные зерна, слабый запах обжаренного ячменя	—
180	Светло-коричневый цвет, неравномерно обжаренные зерна, характерный запах обжаренного ячменя			—

Таблица 2. Параметры ступенчатого режима обжарки

Параметры	I период	II период	III период
Скорость теплоносителя, м/с	1,3	0,8	0,35
Температура теплоносителя, °С	150	165	180
Продолжительность, мин	5	7	28

Таблица 3. Химический состав ячменя до и после обжарки, %

Параметры	До обжарки	После обжарки
Массовая доля сырого протеина	11,37	18,03
Массовая доля сырой клетчатки	63,97	65,07
Массовая доля золы	2,38	2,37
Общий сахар	52,78	61,08

детельствует о неполноте прошедших биохимических и физико-химических изменений, в том числе клейстеризации и декстринизации крахмала, а слишком темный — об активном прохождении реакции меланоидинообразования.

Из анализа кривых скорости сушки стационарных режимов установлено, что процесс тепловой обработки ячменя имел единственный период убывающей скорости сушки. Периоды прогрева и постоянной скорости

сушки отсутствовали по причине относительно низкой влажности зерна.

На первом этапе процесса обжарки из зерен ячменя активно удаляется поверхностная влага, при этом обеспечивается отвод от продукта образовавшегося водяного пара. Это достигается за счет увеличения скорости теплоносителя. На следующих этапах обжарки происходит диффузия влаги из центральной части зерна к его поверхности благодаря подводу большего количества тепла.

Таким образом, разработан ступенчатый режим обжарки ячменя со снижением скорости теплоносителя и повышением его температуры (табл. 2), позволяющий получить продукт высокого качества (табл. 3) при минимальных энергозатратах. Продукт, полученный по предлагаемой нами технологии, обладает привлекательными органолептическими характеристиками: равномерной светлорусой окраской и характерным запахом обжаренного ячменя. Высокая температура теплоносителя на последнем этапе обжарки активизирует биохимические и физико-химические превращения в зерне, в том числе расщепление углеводов, что положительно сказывается на усвояемости ячменя сельскохозяйственными животными.

Таким образом, использование перегретого пара в качестве теплоносителя и ступенчатого режима обжарки позволяют повысить питательную ценность ячменя, сократить продолжительность процесса обжарки и уменьшить энергозатраты на единицу массы обжаренного ячменя на 10–15% (4829 кДж/кг) при расходе пара 0,64 кг/кг.