

Анализ качества продуктов переработки сои

Максим ФИЛИПОВ, кандидат биологических наук,
директор по качеству
ЗАО «Коудайс МКорма»



В конце 1990-х годов соевый шрот из США стал одним из основных источников растительного белка на кормовом рынке нашей страны. Российские специалисты быстро заметили, что при использовании разных партий шрота с практически идентичными зоотехническими показателями (влажность, протеин, жир, клетчатка) получаются неодинаковые результаты на откорме животных. Значит, партии, близкие по протеину, имеют некие, с трудом определяемые различия, существенно отражающиеся на конечном результате кормления.

Для оценки биологической ценности сои стандартных зоотехнических исследований оказалось недостаточно. Чтобы выполнить более полный анализ, были применены восемь методов: цветовое сравнение, скоростной цветовой тест с феноловым красным, тест с крезоловым красным, а также определение доступности лизина, активности уреазы, растворимых протеинов, индекса дисперсности протеина (PDI), активности ингибитора трипсина (TIA).

Цветовое сравнение — эмпирический метод, позволяющий определить степень термообработки сои по цветовой шкале. Однако необходимо учитывать, что на цвет и его интенсивность влияют не только вид и степень тепловой обработки, но и происхождение сырья.

Скоростной цветовой тест с феноловым красным основан на использовании раствора мочевины и индикатора фенолового красного. При контакте увлажненных бобов с таким раствором на них появляются маленькие красные пятна. По их количеству и размеру оценивают остаточную активность уреазы, которая коррелирует с активностью ингибитора трипсина.

Тест с крезоловым красным основан на том, что соевый белок окрашивается индикатором в красный цвет, интенсивность которого зависит от степени денатурации белка.

Определение доступности лизина можно проводить химическими и био-

логическими методами. Но они скорее подходят для научно-исследовательских центров, а не для производственно-технических лабораторий.

Определение активности уреазы — популярный и доступный метод анализа. Однако есть сорта сои с исходно низким ее содержанием. Кроме того, количество уреазы может изменяться после обработки семян сои или шрота органическими кислотами. На конечный результат влияют крупность помола, дискретность (количество знаков после запятой) pH-метра, а также обезжиривание, несоблюдение временного и температурного интервалов (рис. 1).



Рис. 1. pH-метр с дискретностью до третьего знака после запятой



Рис. 2. Магнитная мешалка

Определение растворимых протеинов может проводиться как по ГОСТу, так и по международным методикам. Для примера приведем требования ГОСТ 13979.3-68 и метода Ajinomoto Heartland LLC.

И по ГОСТу, и по Ajinomoto следует размалывать сою до пропускания через сито с размером отверстий 0,5 мм, но по ГОСТу все, что остается после просеивания, нужно смешать с тем, что просыпалось, и использовать для дальнейшего анализа.

По ГОСТу масса навески составляет 5 г, по Ajinomoto — 1,5 г, и чем она больше, тем репрезентативнее образец.

По ГОСТу необходимо применять 200 мл 0,2%-го раствора натриевой щелочи, по Ajinomoto — 75 мл калиевой. Если взять нужную массу навески, то по ГОСТу на 1 г образца приходится 40 мл натриевой щелочи, а по Ajinomoto — 50 мл щелочи. В результате пропорция по гидроксильной группе практически соблюдается.

По ГОСТу перемешивание производят через каждые 15 минут вручную, по Ajinomoto — магнитной мешалкой. Данный этап наиболее критичен, поскольку в первом случае не указаны ни интенсивность, ни продолжительность, а во втором — ни скорость вращения, ни размер магнита (рис. 2).

По ГОСТу время перемешивания — 90 минут, по Ajinomoto — 20 минут. Сложно сравнить растворимость, полученную после перемешивания вручную в течение 90 минут и обеспечиваемую с помощью магнитной мешалки за 20 минут.

По ГОСТу производится фильтрование, по Ajinomoto — центрифугирование. Необходимо следить за тем, чтобы осадок не попадал в исследуемый образец.

Объем супернатанта для анализа по ГОСТу составляет 25 мл, по Ajinomoto — 15 мл. По Кьельдалю легче минерализовать 15 мл, чем 25 мл. Образец нужно отмерять только пипеткой Мора, а не цилиндром или стаканом.

На минерализацию белка по ГОСТу уходит 5 мл кислоты, а по Ajinomoto — 12,5 мл кислоты и значительно большее количество катализатора. В данном случае методика Ajinomoto, несомненно, лучше, поскольку минерализовать смесь 15 мл супернатанта и 12,5 мл концентрированной серной кислоты гораздо проще и быстрее, чем смесь 25 мл супернатанта и 5 мл кислоты.

Сравнительный анализ соевого концентрата проводил один оператор в течение одного дня на одном и том же оборудовании. Полученные результаты различались на 20%.

Определение индекса дисперсности протеина можно осуществить двумя методами. Первый («медленный») — достаточно простой, позволяющий выяснить индекс растворимости азота (NSI). Этот метод, подобный классическому методу PDI, хорошо воспроизводится и проводится по AOCs Official Method Ba 11-65. Результат пересчитывается в индекс дисперсности протеина по формуле $PDI = 1,07 \times NSI + 1$.

Очень важно, чтобы требованиям методики точно удовлетворяли размер частиц после размолла, а также температура и время инкубации — лишь водяная баня при 30 °С на два часа.

Можно использовать только «верхнюю» механическую (а не магнитную) лопастную мешалку, оснащенную пропеллером с указанным размером и заданным углом наклона лопастей. Скорость его вращения должна составлять 120 об/мин (рис. 3).

Второй — классический («быстрый») метод определения PDI проводится по AOCs Official Method Ba 10-65 или Ba 10a-05.

Необходимо обращать внимание на следующее.

Лучше применять указанный в методике «верхний» блендер Hamilton Beach Commercial (Model G936), поскольку в нем мотор расположен высоко и от него не нагревается раствор в стакане. Если использовать «нижний» блендер, где мотор расположен под стаканом, то его следует охлаждать, так как после двух-трех экстракций горя-



Рис. 3. «Верхняя» механическая мешалка для определения NSI



Рис. 4. «Нижняя» магнитная мешалка с подогревом

чий мотор нагреет раствор в стакане, что приведет к завышению результатов (рис. 4).

Нужно контролировать температуру в стакане блендера и не допускать, чтобы она превысила указанную в методике. Необходимо отслеживать время (10 минут) по таймеру и скорость вращения вала блендера (8500 об/мин) с помощью стробоскопического или лазерного тахометра и регулировать ее с помощью ЛАТРа (лабораторного автотрансформатора).

Определение активности ингибитора трипсина проводят двумя официальными методами — AOCs Official Method Ba 12-75 и ISO 14092.

Важно учитывать следующие моменты. По методу AOCs размер частиц образца после размолла должен быть 100 меш (0,15 мм), а по методу ISO 14092 — 30 меш (0,5 мм).

По методу AOCs инкубация проводится в течение 3 часов при комнатной температуре, а по методу ISO 14092 — 15–24 часа при +4 °С. Необходимо строго соблюдать температурные режимы (водяная баня с дискретностью 0,1 °С и точностью ±0,5 °С), а также временные интервалы — до 1 секунды.

Режим центрифугирования нужно пересчитать из г, указанного в методике (RCF — относительная центробежная сила или ОЦУ — относительное центробежное ускорение), в обороты в минуту (RPM), причем с учетом радиуса ротора центрифуги.

Большое значение имеют происхождение и активность фермента. В стандарте ISO 14092 четко описан метод контроля активности применяемого трипсина, а в AOCs Official Method Ba 12-75 он не приведен.

Нельзя забывать и о таком важном этапе, как спектрофотометрическое измерение, для которого желательнее использовать двухлучевой спектрофотометр и кюветы с длиной оптического пути в 10 мм. Окраска исследуемого раствора остается стабильной не более двух часов. Применение ридера для стрипов приведет к большим погрешностям, так как толщина слоя раствора — всего 1–2 мм.

Метод определения активности трипсина — наиболее точный и информативный для контроля качества и биологической ценности продуктов переработки сои. Однако его сумеет применить лишь высококвалифицированный химик при условии, что он будет работать в превосходно оснащенной лаборатории.

В лаборатории ЗАО «Де Хёс» проводят входной контроль продуктов переработки сои, а также контроль полножирной сои собственного производства. Используем три метода из приведенных выше: определение активности уреазы, определение растворимых протеинов (по ГОСТу) и определение индекса дисперсности протеина («быстрый»). Это помогает нам производить престаартерные корма высокого качества. Недавно в практику лаборатории ЗАО «Де Хёс» внедрен метод определения активности ингибитора трипсина по ISO 14092. **ЖР**

ЗАО «Кордайс МКорма»

142791, Москва,

с/п Воскресенское, а/я 62

Тел./факс: (495) 645-21-59, 651-85-20

E-mail: info@mkorma.ru

www.kmkorma.ru