

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ИНАКТИВАЦИИ АНТИПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

*т.н. профессор. Фролов В. Ю.
к.т.н. доцент. Сысоев Д. П.
ассистент. Класнер Г. Г.
ассистент. Горб С. С.*

Россия. г. Краснодар, Кубанский Государственный Аграрный Университет.

***Abstract.** The article presents a classification of methods of preparation of soybean grain for feeding animals and birds, the analysis methods of soybean processing, identified their strengths and weaknesses.*

***Keywords:** soybeans, processing, anti-nutritional substances , high-protein feed*

Соевое зерно является высокоэффективным кормовым продуктом, так как богато белком, незаменимыми аминокислотами и энергией, обеспечивающими высокую продуктивность животных и птиц. Однако в неподготовленном виде использовать сою в рационе кормления животных категорически не допустимо, так как в сое содержатся биологически активные вещества

антипитательной направленности, что отрицательно скажется на здоровье животного. Главным образом, это ингибиторы протеазы и гемагглютинины (лектины, сапонины), а также вещества, вызывающие аллергические, эндокринные и рахитические расстройства.[1,3]

В настоящее время разработано достаточно способов и технологических приемов инактивации антипитательных веществ в компонентах комбикормов, а также подготовки их к «легкому» и быстрому усвоению организмом животного. Основными способами обработки сои являются: поджаривание, микронизация, экструдирование, СВЧ-обработка, автоклавирование, проращивание и диспергирование.

На основе информационно-патентных исследований представлена классификация способов обработки зерна сои для инактивации антипитательных веществ и использования ее в качестве белковой кормовой добавки (рисунок 1)



Рис. 1. Классификация способов обработки зерна сои для удаления антипитательных веществ

Согласно приведенной классификации проведен анализ способов обработки зерна сои, выявлены их преимущества и недостатки. Рассмотрим каждый способ обработки зерна сои подробно.

Поджаривание сои. В физике процесса поджаривания инактивации антипитательных веществ происходит за счет непосредственного нагрева зерна поверхностью, на которой оно расположено. Подача теплоты происходит снизу контактным методом. При поджаривании семенам сои придается приятный вкус, увеличивается усвояемость, перевариваемость продукта, повышается биологическая полноценность протеина. Способ позволяет обрабатывать семена сои независимо от исходной влажности, а также уничтожать вредителей посредством воздействия высокой температуры.

Поджаривание семян сои в течение более длительного времени при более низкой температуре всегда является более бережным способом для продукта. В то время как кратковременную обработку при высоких температурах можно считать способом на грани избыточной и недостаточной обработки. Однако по сравнению с другими методами обработки, поджаривание является более затратным по энергоносителям и времени, так как используется контактный метод передачи тепла. К недостаткам данного способа обработки относятся: высокая

металлоемкость оборудования, а также необходимость дополнительного обслуживающего персонала приводит к высокой стоимости конечной продукции. Длительное время обработки хотя и является преимуществом по отношению к интенсивной обработке, однако оно увеличивает потери тепловой энергии.

Микронизация. Одно из перспективных направлений в разработке энергосберегающих технологий обработки сои – использование новых физических методов подвода теплоты к продукту. Применение в технологии обработки сои инфракрасного излучения интенсифицирует внутренние процессы, улучшает качественные показатели, облегчает их контроль и управление технологическими параметрами. В результате ИК-обработки происходит интенсификация процессов биохимических превращений в зерне, вследствие резонансного воздействия поглощаемой энергии на связи в молекулах биохимических полимеров.

Микронизированное соевое зерно имеет высокие органолептические показатели. Плотность теплового потока значительно выше, чем при конвективном и кондуктивном теплоподводе. Инфракрасное излучение нагревает зерно и проникает в глубину слоя материала до 4-6мм. Термодиффузионный поток влаги с поверхности, переходящий в пар, создает внутреннее давление и разрыхляет каждое отдельное зерно. В связи с этим обработка происходит за минимальное время, содержание протеина в сухом веществе и аминокислотный состав практически не изменяются.

Нагрев сои до 120-130 °С и выдержка ее в термостатических условиях позволяет достичь хорошего результата подавления ингибиторов трипсина в 4-8 раз. Активность уреазы при этом падает до 0,3рН. Нагрев свыше 150 °С приводит к резкой потере растворимости соевого протеина, что негативно сказывается на его усвояемости животными. При нагреве до 180 °С происходит обгорание поверхности зерна.

Поскольку у данного способа минимальное время обработки по сравнению с другими способами, очевидно, что потребляемая мощность будет выше. Однако за счет сокращения времени обработки энергозатраты могут быть меньше, чем при применении других способов. Еще одним преимуществом способа является сохранение физической целостности зерна, что увеличивает сроки хранения обработанного зерна сои. Существенным недостатком способа является неравномерный прогрев внутренней части зерна, так как прогрев зерна с помощью инфракрасного теплоэнергоподвода осуществляется с одной стороны (сверху). В результате верхняя часть зерна прогревается до заданной температуры, нижняя – значительно меньше. Чтобы компенсировать неравномерность при микронизации зерна сои приходится увеличивать температуру нагрева и время обработки, что также увеличивает энергозатраты и уменьшает производительность.

Экструдирование. Анализ мирового опыта переработки сои показал, что с середины 80-х годов на предприятиях малой мощности получил распространение метод «сухой экструзии». Основные преимущества данного метода в сравнении с наиболее распространенными на крупных предприятиях и комбинатах: экологически чистое производство и получаемая продукция, за счет исключения химических реагентов, простота и безотходность производства, максимальная сохранность ценного аминокислотного состава соевых белков.

В связи с отсутствием аналогичного отечественного оборудования для экструзионной обработки сои, этот процесс исследовался в ДальНИПТИМЭСХе. При обработке в пресс-камере зерно сои подвергается комбинированному воздействию давления, температуры и интенсивной механической обработки. При этом инактивируются антипитательные вещества (ингибиторы трипсина, уреазы и др.), устраняются специфические для сои бобовый вкус и запах. За счет резкого падения давления на выходе из пресс-камеры несвязанная влага мгновенно испаряется, обрабатываемая масса вспучивается, увеличивается ее объем и пористость, повышается усвояемость и питательная ценность продукта. В зависимости от заданных режимов обработки и качества исходного сырья, выделяется до 60% содержащегося в семенах сои соевого белка.[2,4]

К негативным аспектам данного метода можно отнести разрушение структуры зерна, вследствие чего значительно уменьшается срок хранения продукта, поскольку разрушенная структура зерна быстро окисляется и становится непригодной для приготовления корма, а также экстракция из сырья соевого белка.

СВЧ-обработка и автоклавирование. В целях снижения расхода энергии и повышения биологической полноценности соевого протеина была проведена серия испытаний по методам переработки соевого зерна (автоклавирование, СВЧ-обработка и комбинированные испытания, включающие в себя автоклавирование и СВЧ-обработку). В ходе исследований было установлено, что при автоклавировании в первую очередь разрушается уреаза, а ингибитор трипсина разрушается только на 45%. Наблюдения также показали, что СВЧ-обработка способствует разрушению ингибитора трипсина, а разрушению уреазы только на 40%. Известно, что действие определенного инактивационного фактора (температура, давление, механическая обработка и др.) избирательно направлено на разрушение одного или нескольких антипитательных веществ. В частности, В. В.Ключкин и Н.И. Пиллюк установили, что ингибитор трипсина при отрицательной пробе на уреазу разрушается только на 55%. Как показали исследования, по отдельности автоклавирование и СВЧ-обработка не дают желаемого результата. К тому же следует отметить, что при СВЧ-обработке необходимо замачивать семена сои, так как сухие семена не смогут быть обработанными СВЧ полем, поскольку энергия электромагнитного поля в основном поглощается на трение частиц воды между собой. Процесс замачивания – это дополнительные затраты труда и материальных ресурсов. Кроме того, после обработки необходимо будет высушить зерно для дальнейшего хранения. Для сушки зерна после обработки требуются дополнительные оборудование и энергозатраты. Экспериментальные исследования показали, что при СВЧ-обработке сои на ее поверхность выделяется жир, что указывает на разрушение структурной целостности зерна.

При автоклавировании требуется парогенератор с давлением пара 1кг/см.

При таком давлении паровые котлы подлежат обслуживанию службой котлнадзора (Ростехнадзора), что повышает требования к их эксплуатации. Для выработки пара используются различные источники энергии, однако пар является только носителем тепла, следовательно это дополнительные потери энергии. Также следует отметить высокую металлоемкость оборудования для автоклавирования, что увеличивает стоимость обработанного зерна. Использование метода системного анализа позволило установить, что целесообразнее применить комбинированный способ, сочетающий в себе автоклавирование и СВЧ-обработку. Следует отметить, что способ СВЧ-обработки и автоклавирования предполагает циклический метод обработки, что увеличивает время на различные технологические операции, а использование сразу двух способов обработки влечет за собой существенное увеличение материальных и энергетических затрат.[5]

Проращивание. Проведенные исследования показали, что использование проращенных семян сои в рационах животных позволяет повысить питательность кормовой смеси и снизить содержание антипитательных веществ в семенах сои. К тому же при кормлении молодняка сельскохозяйственных животных с целью повышения перевариваемости продукта в технологию подготовки проращенного зерна сои необходимо включать еще операции по термической или баротермической обработке.

Способ проращивания сои предусматривает замачивание очищенных соевых бобов перед проращиванием в течение 20-24 часов. Во время процесса проращивания необходимо контролировать и поддерживать влажность с помощью кондиционирования и орошения. Проращивается зерно сои до длины ростков 5-10 см, затем подвергается влаготепловой обработке при температуре 100 °С в течение 30-40 минут. Продолжительность проращивания зависит от скорости прорастания и требуемой длины ростков с учетом накопления в них макро- и микроэлементов, а также степени снижения уреазной активности.

Таким образом использование проращенных семян сои с предварительным ее замачиванием с термической обработкой увеличивает затраты труда, энергозатраты и средства на подготовку зерна сои к скармливанию сельскохозяйственным животным, что сдерживает широкое применение этого способа для обработки сои. Этот способ обработки зерна является циклическим, что увеличивает время обработки, а существенное время замачивания делает невозможным построение непрерывной технологической линии обработки сои с помощью данного способа.

Диспергирование. В настоящее время для инактивации антипитательных веществ используется метод диспергирования.

Роторный измельчитель-диспергатормехано-гидроударно-кавитационно-диссипацион

ного действия. Его функционирование основано на применении кавитационного эффекта. В кавитаторе погруженные в жидкость продукты очень тонко измельчаются – до внутриклеточного уровня, чего невозможно достичь другими известными способами. В результате изменяется структура вещества. Обработка соевого зерна в РИД-2 при температуре не выше 70 °С позволяет разрушать антипитательные вещества, не вызывая при этом денатурацию белка и сохраняя витамины, аминокислоты, лизин, увеличивая их доступность в организме животного. Следует отметить, что авторы отмечают улучшение качества обработки сои с использованием РИД-2, однако это утверждение вызывает сомнения, так как результаты исследования конкретных показателей по удалению антипитательных веществ в сое не приводятся, а многочисленными авторами доказано, что температура обрабатываемой сои должна быть 110-140 градусов.

Измельченное зерно не может долго храниться. К тому же цельное зерно сои после термической обработки более качественное по сравнению с дробленным. Термическую обработку следует проводить для цельного зерна, то есть пригодного для хранения, а размол выполнять при подготовке корма к скармливанию. Недостатками данного способа являются сложность конструкции, низкая надежность, высокие энергозатраты на подготовку зерна, невозможность хранить длительное время дробленое зерно, дорогостоящее дополнительное оборудование.

Вывод. Анализ способов инактивации антипитательных веществ выявил, что наиболее эффективными способами является экструдирование и измельчение замоченного зерна сои.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фролов, В.Ю. К вопросу приготовления и раздачи грубых кормов рулонной заготовки [Текст] / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 1(40). - С. 179-182.
2. Фролов, В.Ю. Классификация кормораздатчиков [Текст] / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Техника и оборудование для села. – 2013. - № 7. – С.18-19
3. Фролов, В.Ю. Повышение эффективности технологического процесса приготовления и раздачи грубых кормов, сформированных в рулоны [Текст] / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2013. - № 3(42). - С. 190-194.
4. Фролов, В.Ю. Раздатчик-измельчитель кормов рулонной заготовки [Текст] / В.Ю. Фролов, М.И. Туманова // Сельский механизатор. - 2015. - № 2. - С. 40.
5. Петунина И.А. Аналитический обзор механизации разделения вороха початков / И.А. Петунина, Е.А. Котелевская // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева.-2015.- №4 (28).-с.82-84.