

ных связей с образованием простых нетоксичных соединений. Кроме того, результаты микробиотестирования госсиполсодержащих отходов после их озонирования свидетельствовали не только об их нетоксичности, но даже наблюдалось некоторое повышение их биологической ценности, что характеризует данный метод обезвреживания как самый эффективный из всех исследованных.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Калашникова Л.И., Калашникова А.А.,
Александрова А.В.

*Кубанский государственный технологический
университет
Краснодар, Россия*

Нехватка кормового сырья сдерживает развитие кормовой отрасли как в нашей стране, так и в других странах мира, главным образом, из-за относительного сокращения кормовых угодий, площади которых изымаются на другие хозяйственные нужды.

Для ослабления напряженности кормового баланса необходим поиск в области использования нетрадиционных сельскохозяйственных отходов в качестве кормового сырья. Одним из путей решения кормовой проблемы является применение отходов производства продукции из хлопка, рапса, горчицы, сои, клецелины, вегетативные массы и жмых которых содержит специфичные токсичные элементы. Совершенствованию методов обезвреживания и утилизации данных видов отходов уделяется большое внимание во всем мире, но особенно в тех странах, где выращиваются эти виды сельскохозяйственного сырья (Россия, Европа, США, Индия, Египет, Бразилия). Данная работа посвящена анализу кормовой ценности хлопковых отходов и методов обезвреживания их.

Все вегетативные части и семена хлопчатника обладают кормовой ценностью, и содержат значительное количество белка, жира и других питательных веществ. Так, количество протеина в исследованных семенах хлопчатника составляло примерно 32%, в шроте – 46%. Аминокислотный состав белкового изолята имел следующие значения: лизин - 4,6%; треонин – 3,5%; валин – 7,1%; метионин – 1,05%; изолейцин – 6,2%; лейцин -12,0%; фенилаланин – 10,5%; гистидин – 7,5%; аргинин – 14,2%; аспарагин – 1,1%; серин – 7,1%; глутамин -17,1%; глицин -6,5%; аланин - 3,0%. Однако, несмотря на высокую сбалансирован-

ность аминокислотного состава белков, токсичность данных видов отходов обусловлена содержанием в них высокотоксичного алколоида - госсипола, оказывающего отрицательное влияние на жизнедеятельность животных. Как известно, госсипол обладает сложной молекулярной структурой (C₃₀H₃₀O₈). Это 1,1¹, 6,6¹, 7,7¹-гексагидроксил-5,5¹-дизапропил-3,3¹-диметил (2,2¹-бикарбоксиллин) -8,8¹-дикарбоальдегид. В его молекулу входят шесть фенольных групп, две карбоксильные группы, два нефталиновых кольца и два изопропиловых и метилуглеводородных радикала. Госсипол является одновременно гидрофобным и ионизирующим веществом. Поэтому он очень реактивен и проявляет выраженные кислотные свойства, способен реагировать как фенольная и как альдегидное соединение. Как сильная двухосновная кислота госсипол образует нейтральные соли при разведении в разбавленных водных растворах щелочей. Госсипол нерастворим в воде, но хорошо растворяется в щелочах, которые по-видимому, одновременно ускоряют и его разрушение. Механизм биологического, в том числе токсического, действия госсипола многообразен и включает в себя эффект связывания его с аминокислотами и, как результат, - нарушение белкового обмена. Комплексную биологическую оценку кормовой ценности хлопковых отходов и различных методов их детоксикации проводили с применением инфузории тетрахимены пириформис.

Результаты опытов по биотестированию показали высокую кормовую ценность корма с добавками малых доз хлопкового шрота, содержащего 0,04-0,05% госсипола. В то же время добавка в корм избыточного количества синтетических аминокислот, хотя и связывает свободный госсипол, уменьшая его отрицательное влияние на белковый обмен и прирост биомассы, полного обезвреживания не производила. Блокированные госсиполом пептидные связи белков, по-видимому, становятся недоступными для переваривания их ферментами трипсином и пепсином. Так, доступность лизина в госсиполсодержащем корме снижалась до 60%. Однако было установлено, что водная экстракция связанного госсипола из отходов хлопчатника способствует повышению доступности лизина и в целом биологической ценности госсиполсодержащего корма. Обезвреженные методом экстракции госсиполсодержащие отходы не оказывали токсичного действия на инфузорию при добавке их в различные корма в количестве не более 10-20%.

Для усиления деструктивного воздействия госсиполсодержащее сырье подвергали обжариванию и варке. Установлено, что при

обжаривании незначительно снижалось содержание свободного госсипола, а при варке его содержание практически не изменялось. Токсичность же продукта при этом снижалась, так как связанный госсипол менее реактивен, чем свободный. Но вместе с тем, биологическая ценность такого термически обработанного госсиполсодержащего сырья снижается, так как пищевые элементы, связанные с госсиполом, становятся недоступными для усвоения организмом. Карбонильные группы госсипола активно реагируют с аминогруппами, связывают их, что сопровождается инактивацией белка. Особенно активны свободные аминогруппы лизина и малейшее снижение уровня этой аминокислоты в белке ведет к заметному ухудшению биологической ценности госсиполсодержащего корма. Как показали результаты биотестирования, добавка в корм лизина ослабляет признаки токсичности у тетрахимены, однако не является абсолютным антидотом, так как полной детоксикации не наблюдалось.

С целью обезвреживания госсиполсодержащего сырья путем связывания госсипола проводили обработку его различными реагентами (каустическая сода, соли железа, кальцинированная сода, известковое молоко, аммиак, формальдегид).

Установлено, что растворы едкого натрия, добавляемые в госсиполсодержащие отходы перед их варкой, значительно снижают содержание свободного госсипола на 28,3% и общего – на 92,9%. Чем больше объем (но не концентрация) добавляемой щелочи, тем выше эффект.

Обработка увлажненного хлопкового шрота 0,5%-ным серноокислым железом (в соотношении железо:госсипол=0,5:1-1:1) с последующим термостатированием в мягких условиях при температуре 40-50°C привела к обезвреживанию свободного госсипола на 50-70 %, а сухое прогревание при температуре 90°C в сочетании с обработкой 1%-ным известковым молоком или 0,1%-ным серноокислым железом привело к снижению свободного госсипола с 57% до 37%, а общего – с 1222 до 1181 мг/100г. Механизм обезвреживания соля-

ми железа госсипола в присутствии ионов кальция, по-видимому, основан на образовании между ними физиологически инертных нерастворимых комплексов.

Биологическая ценность хлопковых шротов после обработки парами аммиака и формальдегидом была ниже, чем при обработке их серноокислым железом.

Была исследована степень разрушения госсипола до более полярных нетоксичных продуктов, ввиду его неустойчивости к окислительным факторам. Естественно, что образовавшиеся окисленные группы госсипола становятся более устойчивыми к дальнейшему окислению, поэтому они биологически менее реактивны, а следовательно, и менее опасны для животных. Умеренное окисление перекисью водорода способствовало деструкции госсипола и его детоксикации за счет разрыва нафталинового кольца с образованием хинонов и гидрооксихинонов. Более сильную деструкцию госсипола наблюдали при обработке госсиполсодержащих отходов озоном. При концентрации озона 0,01-0,03 мг/л детоксикация отходов обусловлена разрывом связи между бинафтильными группами. При более высоких концентрациях озона происходит более глубокое окисление госсипола путем разрыва углеродных связей с образованием более простых нетоксичных соединений. Результаты биотестирования госсиполсодержащих отходов после их озонирования свидетельствовали о повышении их биологической ценности, по-видимому за счет активации протеиновых компонентов, что требует дальнейшего изучения.

Таким образом, из представленных способов обезвреживания госсиполсодержащих отходов наиболее эффективными являются методы, основанные на окислительной деструкции госсипола озоном, оказывающем не только его обезвреживание, но и положительное влияние на биологическую ценность госсиполсодержащих отходов, что открывает широкие возможности использования данного вида токсичного сырья в качестве кормовых добавок.