

ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОБИОЛОГИЮ ПОДСОЛНЕЧНОГО ФУЗА

Рассмотрена проблема применения в кормлении молодняка крупного рогатого скота отходов масложировой промышленности, в частности подсолнечного фуза. Сложившиеся методы использования фуза в животноводстве недостаточно эффективны, что связано с технологическими трудностями введения его в рацион. В связи с этим предложен способ кавитационной обработки образцов подсолнечного фуза. Кроме того, показана эффективность применения кавитации в образцах фуза на наличие бактериальной обсемененности в зависимости от сроков хранения.

Ключевые слова: микроорганизмы, кавитация, грибы, микробная обсемененность, фузотстой, ультразвук.

В последние годы по имеющимся данным основная часть вторичного сырья, применяемая в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы используется в нативном виде, что в процентном соотношении составляет около 70%. По различным данным в пищевой промышленности России общий объем отходов, являющихся вторичным источником сырья в кормлении животных и птицы варьирует в пределах 4,5–7,6 млн т. В этой связи одним из перспективных моментов, направленных на деструкцию кормов при подготовке их к скармливанию широкое распространение получают технологические процессы с воздействием ультразвуковых колебаний. В этой связи определен интерес возникает при обработке кормов посредством кавитационного воздействия.

В процессе обработки в исследуемой среде под действием колебаний высокой интенсивности происходят различные необратимые физико-химические процессы, способствующие повышению питательности исходного сырья [1], [3].

Действие кавитации заключается в процессе образования и схлопывания в жидкой среде парогазовых пузырьков в жидкой среде в результате ультразвукового воздействия.

Кавитационная обработка способствует изменению структуры кормов за счет локального понижения давления в жидкости до давления насыщенных паров, а также оказывает губительное влияние на содержание гнилостных и патогенных микроорганизмов и микотоксинов, содержащихся в кормах.

Исследования по изучению действия кавитации на примере фуза подсолнечного показали свою высокую ценность в кормовом отношении продукта. Однако, жир входящий в состав

фуза, находится главным образом в дисперсном состоянии, что значительно осложняет его обработку [5].

Фузы по химическому составу представляют собой смесь белков и нейтральных триглицеридов. Кроме того, они включают в себя также и органические соединения, в которых содержание белков составляет 4–8%, клетчатки – 0,5–1,2%. Зольные элементы представлены в фузе в количестве 2–4% и представлены оксидом кальция – около 21%, и окисью магния – около 19%.

Вместе с тем установлено, что фузы обладают относительно низкой переваримостью в желудочно-кишечном тракте, что обусловлено большим содержанием в их составе ненасыщенных жирных кислот и высокомолекулярных белков. Все это не позволяет более полно использовать питательные вещества этого продукта организмом сельскохозяйственных животных.

Применение процесса кавитационной обработки сырья позволяет под действием колебаний различной интенсивности повысить питательность исходного растительного сырья. В результате процесса ультразвуковой обработки сырья происходит существенное изменение содержания некоторых жирных кислот, имеющих длинные углеродные цепи (например, пальмитиновой, линоленовой, арахидоновой, эруковой) и приводит к снижению их содержания, что в целом, способствует увеличению степени распадаемости подсолнечного фуза.

Поэтому, в процессе кавитационной обработки изменяется химический состав обрабатываемого сырья, обеспечивая тем самым повышение продуктивного действия [2], [4].

Исследования по оценке влияния кавитационной обработки на жирнокислотный состав

и биологической доступности жирных кислот в опытах «in vitro» и «in situ» на модели фуза-отстоя доказали факт достоверного повышения переваримости вещества фуза-отстоя посредством кавитационной обработки. Данная разница оказалась в пределах 21,12% превосходства сырья после кавитации, по сравнению с нативной формой. В результате действия кавитации происходит расщепление «длинноцепочечных» жирных кислот, что проявляется в снижении количества жирных кислот с числом углеродных атомов более 18.

Кроме того, расчет энергозатратности кавитационной обработки оказался незначительным, что говорит о целесообразности ее широкого внедрения в практику сельскохозяйственного производства [1], [2].

Целью наших исследований явилось изучение влияния кавитационной обработки на состав и питательность подсолнечного фуза в составе комбикормов молодняка крупного рогатого скота. Для выполнения поставленной цели решались задачи по изучению влияния кавитационной обработки на микробиологию и качество фуза-отстоя в зависимости от сроков хранения.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований явился подсолнечный фуза-отстой, который подвергли кавитационной обработке на ультразвуковом кавитаторе воздействием 28 кГц при $t = 280^{\circ}\text{C}$ в течение 10 мин., гидромодуль 1:5, порог кавитации 19 кГц. Схемой исследований предполагалось проведение ряда лабораторных опытов, в ходе которых было изучено влияние кавитационной обработки на бактериальную обсемененность образцов подсолнечного фуза-отстоя, а также фуза в нативном виде. Кроме того, были проведены исследования по продолжительности сроков хранения фуза до и после кавитационной обработки.

Результаты исследований. Содержание в подсолнечном фузе значительного количества различных элементов питания: белков, жиров, витаминов - характеризует его как полноценную питательную среду для развития различных микроорганизмов. При подго-

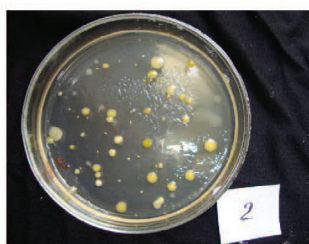
товке подсолнечника к переработке большое количество микроорганизмов остается в побочные продукты переработки, включая фуз, которые вследствие гигроскопичности, значительного содержания нестабильных веществ липидов, витаминов и высокой концентрации микрофлоры, нестойки при хранении, прогоркают и становятся токсичными. Поэтому в подсолнечном фузе могут развиваться микроорганизмы, возникающие как с остаточной микрофлорой семян, так и с микрофлорой, развивающейся в процессе хранения, так называемые плесени хранения.

В этой связи оценка микробной обсемененности является важным критерием качества продукта с точки зрения его пригодности для хранения. Поэтому подсолнечный фуз анализировался на общую обсемененность – количественный и качественный показатели в натуральном состоянии и после проведения кавитационной обработки.

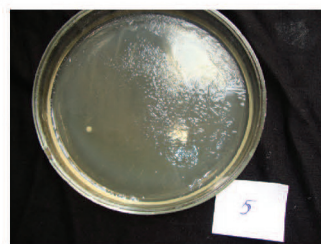
В результате микробиологического анализа в образцах через 24 часа были обнаружены колонии грибов, а также различные бактериальные и дрожжевые формы (рис 1).

В чашках Петри были обнаружены плесневые грибы, с характерным появлением пушистого паутинообразного или ватообразного налета. В целях подтверждения роста плесневых грибов делали пересевы на плотные питатель-

Обсемененность через 24 часа



Фуз нативный



Фуз кавитационно обработанный

Обсемененность через 2 недели



Фуз нативный



Фуз кавитационно обработанный

Рисунок 1. Микробная обсемененность фуза-отстоя

ные среды и подтверждали рост характерных колоний: темно-серых или черных колонии *Alternaria*, зеленовато-голубых *Penicillium*, пушистых бело-голубых *Aspergillus*, бело-желтых – *Trichoderma*, темных – *Rhizopus* и *Mucor*.

Общая фоновая микробная обсеменённость подсолнечного фуза составила $7,2 \times 10^3$ КОЕ/г. Следует отметить, что значительная доля приходилась на дрожжеподобные и плесневые грибы (более 70 %). Количество плесневых и дрожжеподобных грибов оказалось в пределах $5,3 \times 10^3$. Бактерии группы кишечных палочек (БГКП, колиформы), *S. aureus* и патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы в исследуемых образцах подсолнечного фуза обнаружены не были.

Таким образом, микробный пейзаж исследуемого продукта до кавитации характеризовался ограниченным числом микроорганизмов. Следует обратить внимание, что выделенные группы микроорганизмов характеризовались широким распространением, высокой ферментативной активностью, позволяющей расщеплять органические субстраты; факторами патогенности – гемолитической и протеолитической активностью, а также способностью к токсинообразованию.

Дрожжеподобные грибы и плесени несущие в себе сапрофитные и паразитические формы широко распространены во всех естественных субстратах. Эта группа считается источником потенциальной опасности, из-за способности грибов к токсинообразованию, что достигается при нарушении нормальных условий хранения кормов (повышении влажности и температуры). Кроме того, данные формы способны вызывать различные заболевания у животных (микозы, кандидозы и пр.).

Как известно, микробная контаминация кормов вызывает изменения в их химическом составе, снижает пищевую ценность, приводит к накоплению токсичных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов и нарушает нормальную микрофлору пищеварительного тракта. У теплокровных животных как и у человека, негативные изменения в составе микробиоценоза кишечника приводят к нарушениям переваривания и усвоения пищи и целостности его защитных барьеров. Это способствует снижению резистентности организма и сопровождается проникновением микрофлоры из пищеварительного тракта во внутренние органы, сокращением их функциональной активности и ухудшению деятельности иммунной системы.

С целью изучения влияния на процессы роста и развитие микроорганизмов, нами исследовался подсолнечный фуз, подвергшийся кавитационной обработке. Проведен бактериологический анализ образцов подсолнечного фуза на исследуемых сроках годности. В течение первых 10 дней хранения в опытных образцах методом глубинного посева КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов) не выявлено. Спустя две недели хранения были обнаружены отдельные колонии плесневых грибов родов *Aspergillus* и *Penicillium* и спорообразующих бактерий рода *Bacillus*. Видимо, заражение плесневыми грибами является вторичным, в то время как бактерии рода *Bacillus* сохранили жизнеспособность в условиях кавитационного воздействия благодаря образованию спор. БГКП, *S. aureus* и патогенные бактерии, в том числе сальмонеллы в образцах подсолнечного фуза, прошедшего кавитационную обработку, обнаружены не были.

Таблица 1. Влияние кавитационной обработки на качество фуза-отстоя при хранении

Продолжительность хранения (в сутках)	Кислотное число (мг КОН/г)		Перекисное число, моль активного кислорода/кг	
	Нативный фуз-отстой	Обработанный фуз-отстой	Нативный фуз-отстой	Обработанный фуз-отстой
0	1,3 0,06	0,72 0,11**	6,6 0,14	6,2 0,09
30	1,3 0,14	0,74 0,08*	6,9 0,15	6,2 0,19*
60	1,7 0,06	0,9 0,09***	7,1 0,32	6,3 0,22
120	3,0 0,09	1,9 0,14**	9,2 0,21	7,2 0,21***
180	5,8 0,16	3,0 0,11***	10,5 0,26	8,1 0,19**

Примечание: * P<0005; **P<0,01; ***P<0,001

В целом, общее микробное число в испытуемом продукте составило $2,9 \cdot 10^2$ КОЕ/г.

После кавитационной обработки фуз изменяет цвет до белого и приобретает майонезообразную консистенцию, отмечается значительное изменение плотности, что намного увеличивает возможность смешивания данного продукта с сухими компонентами различных кормовых средств и дает достаточную однородность.

Нами были проведены исследования прогоркания фуза-отстоя при температуре хранения $t=5^\circ\text{C}$ (табл. 1).

Анализ таблицы 1 показал, что по мере хранения продукта кислотное число нативного фуза-отстоя увеличилось с 1,3 в первый месяц до 1,7 после двух месяцев и 5,8 после полугодия. В тоже время данный показатель обработанного фуза оказался примерно в два раза ниже, составляя 0,74–0,9 после 1–2 месяцев хранения, 1,9–3,0 после 4–6 месяцев хранения.

Аналогичная динамика была характерна и для перекисного числа. Так, хранение продукта после двух месяцев привело к увеличению данного показателя нативной формы с 6,6 до 7,1, что оказалось выше показателя продук-

та после кавитационной обработки, данная разница оказалась в пределах 0,4–0,8. Дальнейшее увеличение сроков хранения нативной формы фуза также способствовало увеличению показателя перекисного числа. Из данных таблицы видно очевидное превосходство кавитационной обработки продукта над её нативной формой, разница после 4–6 месяцев хранения составила 2,0–2,4. Таким образом, ухудшение качества нативного фуза при хранении наступает с 4 месяцев, а кавитационно – только после полугодия.

Вывод. Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о бактерицидном и микоцидном эффекте кавитационной обработки на готовые продукты. Воздействие ударных волн ультразвука в процессе кавитации способствовало значительному снижению численности микроорганизмов в исследуемых образцах подсолнечного фуза.

Кроме того, нами установлено, что во время хранения показатели кислотного и перекисного числа увеличиваются, что приводит к порче жира. В этой связи, обработка кавитацией позволяет увеличить срок хранения фуза-отстоя, за счет снижения этих чисел.

10.04.2014

Список литературы:

1. Быков А.В. К пониманию действия кавитационной обработки на свойства отходов производства / А.В. Быков, С.А. Мирошников, Л.В. Межуева // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №12 (106). – С. 77–80.
2. Мирошников С.А. Влияние кавитации на биологическую доступность жирных кислот из отходов масложировой промышленности // С.А. Мирошников, Д.М. Муслимова, А.В. Быков // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – №3. – С. 53–55.
3. Мирошников С.А. Новые подходы к созданию кормовых продуктов на основе поликомпонентных растительно-минеральных смесей, подвергнутых кавитационной обработке / С.А. Мирошников, Д.М. Муслимова, А.В. Быков и др. // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – Т. 3. – № 77. – С. 7–11.
4. Miller DL, Dou C, Owens GE, et al. Optimization of Ultrasound Parameters of Myocardial Cavitation Microlesions for Therapeutic Application. *Ultrasound Med Biol* 2014.
5. Razavi A, Clement D, Fowler RA, et al. Contribution of Inertial Cavitation in the Enhancement of In Vitro Transscleral Drug Delivery. *Ultrasound Med Biol* 2014.

Сведения об авторах:

Муслимова Дина Марсельевна, специалист Всероссийского научно-исследовательского института мясного скотоводства, кандидат биологических наук

Давыдова Светлана Юрьевна, аспирантка отдела кормления
Всероссийского научно-исследовательского института мясного скотоводства

460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел. (3532) 77-46-41, e-mail: vniims.or@mail.ru