

КАВИТАЦИЯ КАК УСКОРИТЕЛЬ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

**Межуева Л.В., д-р техн. наук, профессор, Давыдова Т. А.
Оренбургский государственный университет**

Кавитация представляет собой процесс парообразования и последующей конденсации пузырьков пара в потоке жидкости, который сопровождается шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков), заполненных паром жидкости.

Эффект ультразвуковой обработки, или кавитация, наблюдается при возникновении импульсов сжатия и микропотоков от движения частиц в различных направлениях, а также схлопывания или слияния друг с другом пульсирующих пузырьков, что непременно способствует разрушению находящихся в жидкости грубодисперсных частиц [1].

В пищевой промышленности до недавнего времени актуальность применения явления ультразвуковой кавитации была под вопросом. Однако в последнее время в различных отраслях промышленности все активнее используются методы кавитационного воздействия для ускорения различных физических и химических процессов в жидких средах.

Поиск и анализ информации по применению ультразвуковой кавитации в пищевой промышленности показал, что наиболее известные разработки включают в себя приготовление эмульсий, гомогенизацию пищевой среды и обеззараживание пищевой среды, а именно бактерицидный эффект, возникающий при водоподготовке. Микроорганизмы вместе с водой, под действием ультразвука испытывают деформацию, которая приводит к разрушению их оболочек, а именно, к расширению газа внутри микроорганизмов и их разрыву.

Для практической реализации процесса ультразвукового воздействия необходимо выявить оптимальные режимы и условия распространения колебаний для создания однородного ультразвукового поля в объёме смеси. Традиционными жидкими средами являются вода, жидкие среды на водной основе с малым объёмом твёрдых фракций (рассолы, сиропы, молоко и т. д.).

Молоко и молочные продукты занимают одно из главных мест в питании человека, поэтому оно должно обладать достойными потребительскими свойствами и, что немало важно, требуемым уровнем качества. При выработке молочных продуктов на основе сухого молока главным этапом технологического процесса является не только процесс восстановления, но и процесс гомогенизации.

Гомогенизация молока заключается в измельчении жировых шариков путем воздействия значительных внешних усилий, например при помощи давления, ультразвука, высокочастотной электрической обработки, специальных машин – гомогенизаторах.

На сегодняшний день существует множество схем для восстановления сухого молока. Традиционная схема восстановления сухого молока включает в себя несколько этапов, таких как, растворение сухого молока в воде при температуре от 38 до 42 °С, мгновенное охлаждение до температуры от 6 до 8 °С, выдержка молока при температуре от 6 до 8 °С не менее 3-4 часов, подогрев, очистка, гомогенизация, пастеризация, охлаждение и розлив [2].

Недостаток данного способа приготовления молочного продукта заключается в длительном и неоднократном температурном воздействии на получаемый продукт, а также длительность технологического процесса.

Существует предположение о возможном влиянии ультразвуковой кавитации на стабилизацию компонентного состава молочной среды, которое позволяет отказаться от отдельного этапа гомогенизации и, следовательно, снизить температурное воздействие на полезные компоненты молока [3].

Известен способ обработки воды кавитацией при звуковом давлении волны не менее чем в 5,5 раза превышающем гидростатическое давление в воде. После обработки воды, ее смешивают с сухим молоком, получая смесь. Данный способ исключает термическую и химическую денатурацию гидратируемых биополимеров, так как при его осуществлении непосредственного воздействия на них кавитации нет [4].

Известен способ восстановления сухого молока с использованием ультразвуковой обработки, при котором смесь сухого молока с водой обрабатывают при отношении интенсивности ультразвука, вызывающего в ней кавитацию, к квадрату статического давления в смеси не выше 23 м/(МПа·с). Данное техническое решение направлено на получение стабильного, устойчивого к расслоению под действием гравитации и других внешних сил молочного продукта при минимальных энергозатратах на восстановление [5].

Н. В. Поповой были проведены исследования, при которых ультразвуковая обработка внедрялась на этапах до и после внесения сухого молока. Первый этап предусматривает обработку только воды, второй этап – совместную обработку воды и сухого молока [6].

Обработка воды ультразвуковой кавитацией при восстановлении сухого молока исключает ее нагрев, следовательно, это позволяет сохранить полезные качества молока, при этом интенсифицируются процессы набухания белков, достижение нормальной плотности и вязкости и, как следствие, сокращается время производства молочного продукта.

Воздействие кавитации на смесь позволяет обеспечить снижение индекса растворимости сухого молока и полноту восстановления сухих компонентов молока [2].

Поскольку молоко относится к сложной гетерогенной системе, содержащей различные составные части, причем размер коллоидных частиц белка составляет от 15 до 300 нм. Любое изменение в составе молока, является неблагоприятным фактором, так как нарушается равновесная система молока, которая характеризует его усвояемость.

Ультразвуковое воздействие на смесь сухого молока и воды показало, что данная обработка оказывает огромное гомогенизирующее воздействие с выравниванием размерных частиц молока-сырья. В среднем размер частиц уменьшился до 202 ± 30 нм, причем увеличение времени обработки увеличивает степень дисперсности и, оказывает влияние на органолептические показатели.

Ультразвуковое воздействие оказывает влияние, особенно заметное, на вкус и запах, выступая в роли катализатора процесса экстракции вкусоароматических веществ, позволяя избавиться от водянистого привкуса.

На основании анализа воздействия ультразвуковой кавитации на качество восстановленного молока был предложен альтернативный способ, который состоит из следующих этапов:

- активация воды ультразвуковой кавитацией с частотой механических колебаний 22 кГц и экспозицией 3 минуты при мощности ультразвукового колебания 120-160 Вт;

- внесение сухого молока;

- смесь сухого молока и активированной воды обрабатывают ультразвуковой кавитацией с частотой механических колебаний 22 кГц и экспозицией 3 минуты при мощности ультразвукового колебания от 120 до 160 Вт;

- выдержка 1-2 ч;

- нормализация;

- пастеризация 60 ± 2 °С в течение 10 мин;

- охлаждение;

- розлив.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что данный способ является наиболее перспективным в производстве молочных продуктов, позволяющим наиболее полно сохранить биологическую ценность и элементный состав молока.

Список литературы

1. Тихомиров, Н. А. Применение кавитационной обработки в производстве белковых молочных продуктов / Н. А. Тихомиров, З. В. Волокитина, Ж. Л. Гучок, И. И. Ионова // *Переработка молока*. – 2011. - № 17. – с. 21-16.

2. Пат. 2529361 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 9/16. Способ производства молочного продукта / Потороко И. Ю., Попова Н. В., Ботвинникова В. В., Красуля О. Н.; заявитель и патентообладатель Челябинск. гос. ун-т. - № 2013124181/10; заявл. 27.05.13; опубл. 27.09.14, Бюл. № 27 (II ч.). – 3 с.

3. Пат. 2403792 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 19/055. Способ производства сырного продукта / Лепилкина О. В., Шутов В. Е., Демичева А. А.; заявитель и патентообладатель Всероссийский науч.-исслед. ин-т маслоделия и сыроделия. - № 2009110629/10; заявл. 23.03.09; опубл. 20.11.10, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

4. Пат. 2279918 Российская Федерация, МПК⁷ В 02 В 1/08, А 21 D 8/02 , А 23 L 1/31, В 01 J 19/10. Способ гидратации биополимеров / Шестаков С. Д.; заявитель и патентообладатель Вологда. ООО Астор-С. - № 2004130184/13; заявл. 13.10.04; опубл. 27.03.06, Бюл. № 9 (II ч.). – 3 с.

5. Пат. 2329650 Российская Федерация, МПК⁷ А 23 С 9/00, А 23 С 9/18, А 23 L 3/54. Способ восстановления сухого молока / Шестаков С. Д.; заявитель и патентообладатель Шестаков С. Д. - № 2007114437/13; заявл. 16.04.07; опубл. 27.07.08, Бюл. № 21(II ч.). – 3 с.

6. Попова, Н. В. Ультразвуковая кавитация как фактор гомогенизации восстановленного молока-сырья и продуктов на его основе / Н. В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые и биотехнологии. - 2015. - № 3. С. 44–54