
Государственное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ
(ВНИИПБТ)

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФЕРМЕНТНЫЕ
ПРЕПАРАТЫ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПРОДУКТОВ
ПИТАНИЯ И КОРМОВ**

Сборник научных трудов

Под редакцией
академика Россельхозакадемии **В.А.Полякова**
члена-корреспондента Россельхозакадемии **Л.В.Римаревой**

Москва
2014

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОНОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В БИОТЕХНОЛОГИИ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ

Тихомирова Н.А.¹, Кочубей-Литвиненко О.В.²

¹ ФГБОУ ВПО Московский государственный университет пищевых производств, г. Москва

² Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

Ключевые слова: сонохимическая обработка, восстановленное молоко, ферментированные молочные продукты, кислотность, растворимость, микробиологические показатели, структурно-механические свойства

Аннотация

Изучено влияние сонохимического воздействия на технологические свойства восстановленного молочного сырья и качество ферментированных продуктов.

*Приведены результаты исследования микробиологических показателей обработанной воды, органолептических, физико-химических и структурно-механических свойств восстановленного молочного сырья и кисломолочных напитков. Изучена динамика нарастания кислотности при культивировании на восстановленном обезжиренном молоке производственно-ценных культур: *Lactobacillus acidophilus* (La-5) и симбиотическую культуру FD DVS АВТ-5 – Probio-Тес™ фирмы «Хр. Хансен».*

Представлены результаты измерения динамической вязкости ферментированных молочных продуктов, выработанных с использованием сонохимической водоподготовки.

Поскольку проблема полного и рационального использования сырьевых и энергетических ресурсов актуальна для всех стран с развитой молочной промышленностью, данная сфера является неисчерпаемым полем для инноваций и побуждает ученых всего мира находить новые пути решения вопроса ресурсо- и энергосбережения.

В современных промышленных технологиях все большую роль играют нетрадиционные способы обработки сырья и пищевых продуктов, способствующие интенсификации производства; сокращению затрат сырья и энергии; улучшению технологических свойств сырья и получению высококачественных продуктов.

Анализ научно-технической и патентной литературы свидетельствует об интенсивном развитии физических методов обработки молочного сырья, к числу которых относится ультразвуковая сонохимия, базирующаяся на акустической кавитации, вызываемой в проточном ультразвуковом реакторе.

В работах исследователей ФГБОУ ВПО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского» и ФГБОУ ВПО «МГУПП» О.Н. Красули, С.Д. Шестакова, В.И. Богуша, Я.А. Артемовой, Н.А. Тихомировой и др. доказана перспективность применения сонохимической обработки в мясной и молочной промышленности, в частности в качестве дополнительной водоподготовки в процессе восстановления сухого молочного сырья [1-6].

Учитывая существующий опыт, авторами была изучена целесообразность использования сонохимической обработки в технологии ферментированных молочных продуктов, выработанных из сухих продуктов.

Методы и объекты исследования. При проведении исследований использовалась экспериментальная установка для сонохимической обработки жидких пищевых сред и воды, серия реактора кавитационного ультразвукового РКУ (ТУ 5130-002-2678434-08), предоставленная кафедрой технологии продуктов питания и экспертизы товаров ФГБОУ ВПО «МГУТУ». Метод обработки, реализуемый установкой, основан на использовании явления акустической кавитации, вызываемого упругими гармоническими колебаниями ультразвукового диапазона частоты, распространяемыми в жидкости источником ультразвука.

Объектами исследований были выбраны: вода, сухое обезжиренное молоко, восстановленное обезжиренное молоко и ферментированные молочные напитки, выработанные из восстановленного сырья.

Восстановление проводили на воде, подготовленной по классической технологии (контроль) и обработанной в сонохимическом реакторе (эксперимент). Далее восстановленное сырье подвергали заквашиванию производственно-ценными культурами: *Lactobacillus acidophilus* (La-5) и включающей её симбиотической культурой *FD DVS ABT-5 – Probio-Tec™*, предоставленные фирмой «Хр. Хансен».

Для определения влияния кавитационного воздействия на производственно-ценные микроорганизмы были исследованы технологические свойства заквасочных культур: динамика нарастания кислотности, органолептическая оценка и структурно-механические свойства сгустков.

При проведении экспериментов были задействованы стандартные методы исследований; структурно-механические свойства ферментированных продуктов определяли на приборе «Реотест-2» по общепринятой методике.

Поскольку важным условием производства кисломолочных продуктов является минимизация количества остаточной микрофлоры в молочной смеси перед заквашиванием с целью обеспечения благоприятных условий для развития технологически ценной микрофлоры, необходимо придерживаться жестких санитарных норм на всех этапах производства, включая подготовку воды для восстановления сырья. Исходя из этого, были также проведены исследования влияния сонохимических воздействий на бактериологическую чистоту обработанной воды.

Обсуждение результатов. Экспериментально подтверждено, что сонохимическая обработка обладает инактивирующим действием на аэробные микроорганизмы и плесневые грибы, причем сила воздействия зависит от параметров обработки – мощности и температуры. Установлено, что сонохимическая обработка мощностью 80 % обеспечивала полную инактивацию аэробных микроорганизмов. Влияние температурного фактора при этом было незначительным. В то время как на снижение популяции плесневых грибов оказывала влияние не только мощность воздействия, но и температура обрабатываемой воды. Число колоний плесневых грибов в образцах воды, обработанных при температуре 50 °С, с увеличением мощности обработки постепенно снижалось и достигало 0 при мощности 80 %.

Полученные нами результаты позволяют предположить, что сонохимическая обработка воды приводит к повреждению молекулярных структур клеток и клеточных мембран, что, в свою очередь, обуславливает морфологические изменения и деструкцию клеток с их частичной или полной потерей жизнеспособности.

В пользу предположения о потере микроорганизмами жизнеспособности свидетельствуют результаты определения среднего размера колоний микроорганизмов на 7-е сутки хранения образцов (табл. 1) и динамика нарастания титруемой кислотности в процессе хранения цельного молока, восстановленного на обработанной воде.

Таблица 1 Средний размер колоний микроорганизмов в образцах обработанной воды на 7-е сутки

Средний размер колоний аэробных микроорганизмов (в см) в образцах воды, обработанных при температуре:	Мощность сонохимической обработки, %			
	0 (контроль)	45	60	80
(20 ± 2) °С	0,9	0,5	0,5	0
(50 ± 2) °С	0,9	0,3	0,1	0

Установлено, что скорость развития микроорганизмов и, как следствие, нарастание кислотности в образцах восстановленного обезжиренного молока, на прямую зависит от режимов сонохимической обработки. Полная потеря жизнеспособности микроорганизмов наблюдалась в образцах, обработанных при температуре (50 ± 2) °С и мощности 80 %. Титруемая кислотность при этом в течение 7 суток хранения при температуре (6 ± 2) °С возросла лишь на 1...2 °Т, в то время как в контроле ее прирост составлял 4...5 °Т.

Важной технологической операцией производства восстановленных молочных одно- и многокомпонентных продуктов является растворение сухого сырья в воде, так как от его полноты и интенсивности зависит

качество, свойства, в том числе структурно-механические, а также выход готового продукта и энергозатраты. Поэтому на следующем этапе исследований изучали влияние сонохимических воздействий на растворяющую способность воды.

В опытных образцах молока, восстановленного на обработанной в ультразвуковом кавитационном реакторе воде, отмечено незначительное повышение массовой доли сухих веществ, в том числе белка, плотности, условной вязкости. Изменение показателей плотности и условной вязкости объясняется повышением составных частей молока, а увеличение массовой доли белка свидетельствует о повышении его гидратируемости.

Индекс растворимости в экспериментальных образцах восстановленного молока не превышал $0,1 \text{ см}^3$ сырого осадка, в то время как в контрольных образцах его значение достигало $0,2 \dots 0,25 \text{ см}^3$, что свидетельствует о полноте растворения сухого сырья в воде после сонохимической обработки. Отмечено также, что предварительная обработка воды способствует повышению интенсивности восстановления экспериментальных образцов по сравнению с контрольными. Так, на растворение сухого обезжиренного молока в обработанной воде было затрачено $3,5 \pm 0,5 \text{ мин.}$, а в контрольной воде – $5,5 \pm 0,5 \text{ мин.}$

На следующем этапе изучали динамику нарастания кислотности при культивировании на восстановленном обезжиренном молоке указанных выше производственно-ценных культур микроорганизмов. Установлено, что тенденция нарастания кислотности в контрольном и экспериментальном образцах восстановленного молока, заквашенного культурами La-5 и АВТ-5, была аналогичной, но более активным кислотообразованием характеризовались образцы, выработанные с использованием воды, обработанной на сонохимическом реакторе. Титруемая кислотность во всех экспериментальных образцах была на $10 \dots 25 \text{ }^\circ\text{T}$ выше.

Органолептическая оценка выработанных ферментированных напитков не выявила значительных изменений в цвете, вкусе и запахе. Внешний вид и консистенция напитков, выработанных с использованием инновационного метода водоподготовки, отличалась большей однородностью. Сыворотки на поверхности густка отделялось значительно меньше, чем у контрольного образца.

Далее устанавливали пролонгированное влияние акустической кавитации на структурообразование полученных густков и сохранение их стабильности во время хранения.

При проведении исследований учитывали, что вязкость кисломолочных напитков зависит от напряжения и скорости сдвига, а также от температуры. Измерения осуществляли при двух температурных режимах: температуре хранения кисломолочных продуктов – $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$ и температуре потребления – $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Исследования проводились в 3-х и 5-ти кратной повторности со статистической обработкой экспериментальных данных.

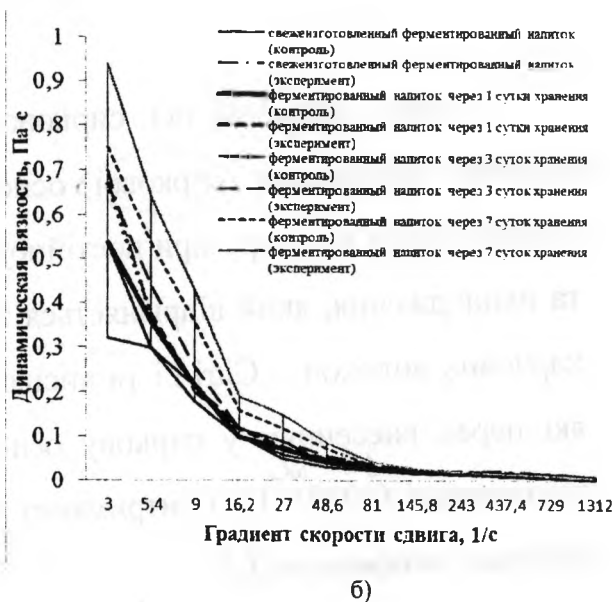
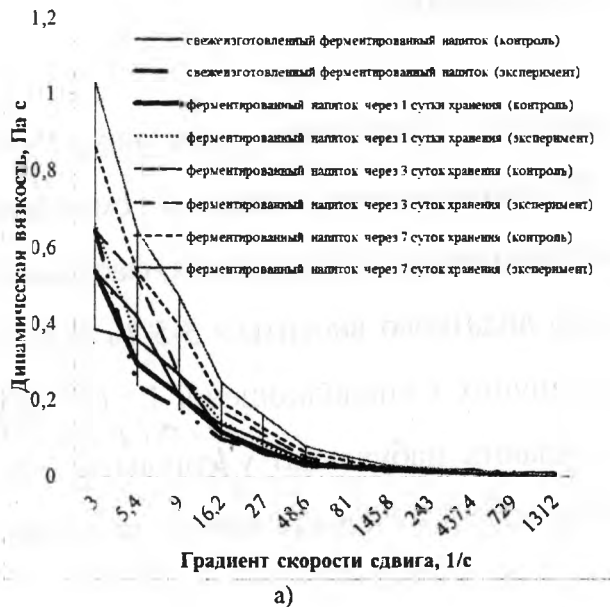


Рисунок 1 - Реологические кривые вязкости ферментированных продуктов, выработанных с использованием сонохимической водоподготовки: а) исследования проводились при температуре $(6 \pm 2)^\circ\text{C}$; б) исследования проводились при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$

Исследование структурно-механических характеристик показало положительное изменение динамической вязкости (рис. 1 а, б) в образцах ферментированных напитков, выработанных с использованием метода акустической кавитации.

Динамическая вязкость экспериментальных образцов была существенно выше, по сравнению с контрольными, при этом в процессе хранения наблюдалось дальнейшее структурообразование сгустка и его стабильность. Полученные результаты можно считать косвенным признаком увеличения дисперсности и количества белка в ферментированных напитках, выработанных из восстановленного обезжиренного молока с использованием сонохимической водоподготовки, по сравнению с напитками из восстановленного сырья, выработанными по традиционной технологии.

Выводы. Подтверждено, что сонохимическая водоподготовка дает возможность интенсифицировать процесс производства ферментированных молочных продуктов и сократить энергозатраты за счет исключения этапа длительной выдержки восстановленных молочных продуктов для наиболее полного растворения, набухания белков и устранения подянистого привкуса.

Положительная динамика в изменении физико-химических, микробиологических и структурно-механических свойств восстановленного сырья и ферментированных молочных продуктов позволяет рекомендовать акустическую кавитационную обработку, основанную на сонохимическом воздействии, в качестве дополнительной водоподготовки в процессе восстановления сухого молочного сырья при производстве ферментированных молочных продуктов.

Литература

1. Тихомирова Н.А., Эль Могази А.Х., Красуля О.Н., Шестаков С.Д., Артемова Я.А. Кавитация: энергосбережение в производстве восстановленных молочных продуктов. // Переработка молока. - 2011. - № 7. - С.14-16.
2. Артемова Я.А., Красуля О.Н., Тихомирова Н.А., Шестаков С.Д. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка // Молочная промышленность. - 2011. - № 5. - С.39-42.
3. Богуш В.И., Ашоккумар М., Красуля О.Н., Тихомирова Н.А., Шестаков С.Д. Сонохимическая обработка молочных продуктов. // Переработка молока. - 2011. - № 8. - С. 40-42.
4. Богуш В. И. Разработка технологии производства мясных рубленых полуфабрикатов с применением сонохимических воздействий для системы общественного питания. /Автореф. ...канд. техн. наук. — М.: ФРАНТЕРА, 2011.