

## ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ФОРМИРОВАНИИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ВОССТАНОВЛЕННЫХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НА ПРИМЕРЕ ЙОГУРТОВ

*Д.Г. Ускова, Н.В. Попова, В.В. Ботвинникова*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск*

Методы ультразвукового воздействия (УЗВ) определены мировым научным сообществом как особенно перспективная инновационная технология для пищевой промышленности в целом и молочной отрасли в частности. Объектами исследования были выбраны кислото-молочные продукты, полученные на основе восстановленного по разработанным технологиям молочного сырья. В качестве акустического источника упругих колебаний применялся аппарат ультразвуковой технологической «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ, воздействие осуществляли в двух режимах (мощность ультразвука – 180 Вт, длительность каждого из 2 этапов обработки – 3 минуты и воздействием мощностью 240 Вт в течение 3 минут). При заквашивании йогуртового продукта использовалась заквасочная культура прямого внесения LYOBAC YOYO 28 компании «MOFIN ALCE GROUP», Италия. Предлагаемый способ электрофизического воздействия позволяет влиять на качество и технологические свойства восстановленного молока-сырья: снижение индекса растворимости сухого молока составит 50–75 %, повышение скорости растворения – на 17,6–39,8 %, это в последующем определяет более полное восстановление белковой фракции и лактозы. Анализ важности определенных характеристик молочной продукции для потребителей обусловил возможность сформировать идеальный профиль йогуртового напитка. Полученные данные органолептических исследований коррелируют с данными физико-химического исследования. Применение ультразвука повлияло на устойчивость сгустка к самопроизвольному уплотнению структуры. Значения показателя вязкости варьировало в диапазоне от 8,66 до 9,22 мПа·с в образцах напитков при использовании режима 2 и диапазоне от 4,00 до 4,68 мПа·с в образцах напитков при использовании режима 1. Показано благоприятное влияние эффектов ультразвукового воздействия на потребительские свойства пищевых продуктов.

**Ключевые слова:** пищевые продукты, качество, потребительские свойства, эффекты ультразвука, инновации.

В современных промышленных технологиях значительная роль отводится нетрадиционным способам обработки, которые выполняют разнообразные функции – способствуют интенсификации производства, улучшают функциональные свойства продовольственного сырья и полученных на его основе пищевых продуктов, повышают их хранимоспособность, позволяют внедрять ресурсо- и энергосберегающие технологии. Особенно важно при этом обеспечить безопасность потребителя с максимальной полезностью потребляемого продукта [2–4]. Это обуславливает необходимость формирования системы управления производством инновационной продукции.

Вопросы разработки инновационной политики предприятий пищевой промышленности освещены ведущими российскими учеными в области экономики и пищевого производства – Аксеновой Л.М., Большаковым О.В., Войткевичем Н.Ю., Голубевым В.Н.,

Тутельян В.А., Дунченко Н.И., Злобиной Л.А., Кантере В.М., Яновским А.М. и другими. В настоящее время пищевая и перерабатывающая промышленность включает в себя более 30 отраслей, объединяющих 43 тысячи действующих организаций, однако численность предприятий, реализующих инновационные технологии, еще недостаточно велика.

Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности на период до 2020 года определяет необходимость внедрения новых технологий в отрасли пищевой и перерабатывающей промышленности, в том числе био- и нанотехнологии, позволяющие значительно расширить выработку продуктов нового поколения с заданными качественными характеристиками, лечебно-профилактических, геронтологических и других специализированных продуктов [19–21].

Сегодня методы ультразвукового воздействия (УЗВ) определены мировым научным сообществом как особенно перспективная

технология для пищевой промышленности в целом и молочной отрасли в частности. Особый интерес при этом составляют эффекты второго порядка, в частности эффекты кавитационного воздействия [1]. В книге М. Ashokkumari, М. SivaKumar *Cavitation. A Novel Energy Efficient Technique for the Generation of Nanomaterials* описаны инновационные подходы в промышленных технологиях на основе кавитации [11, 12, 17, 18]. Авторами доказана возможность оказывать влияние на комплекс свойств от размеров частиц до новых свойств.

Доказано, что механические и химические эффекты, генерируемые низкочастотным ультразвуком высокой интенсивности, могут быть полезны для инактивации патогенных микроорганизмов в пищевых продуктах и находят применение в процессах пастеризации и стерилизации жидких пищевых продуктов [7, 13, 16]. Ультразвуковая технология ускоряет процесс экстрагирования биологически активных веществ из сырья, а в сочетании с сорбционными процессами способствует снижению уровня техногенных загрязнений в молоке.

Основная идея реализации эффектов, наблюдаемых при ультразвуковом воздействии в пищевой промышленности, состоит в том, что эффекты кавитации вызывают изменения функционально-технологических свойств жидких пищевых систем (химических, технологических, физических, органолептических и т.д.), что способствует достижению определенного технологического эффекта [8–10, 14, 15]. Технология сонохимической водоподготовки может быть реализована в технологии молочных продуктов из восстановленного и рекомбинированного молочного сырья, а также в производстве молочных, составных и молочносодержащих продуктов.

### 1. Материалы и методы

В целях установления влияния ультразвуковой кавитации на качество восстановленных молочных продуктов объектами исследования были выбраны кисломолочные продукты, полученные на основе восстановленного по разработанным технологиям молочного сырья.

В качестве акустического источника упругих колебаний применялся аппарат ультразвуковой технологический «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ.

При исследовании влияния ультразвукового воздействия на активность йогуртовых заквасок использовано сухое восстановленное молоко, обработанное в разных режимах. Объектами исследования являются: вода, используемая для пищевых производств; сухое молоко, образцы восстановленного молока-сырья, полученные по традиционной и предлагаемым технологиям.

Для каждого из объектов исследования были определены условия ультразвукового воздействия с учетом вариаций по мощности и продолжительности:

Контроль – восстановленное молоко-сырье, полученное по традиционной технологии – сухое молоко вносится в воду температурой 38–45 °С, активно перемешивается и выдерживается в течение 3 часов.

Режим 1 – восстановленное молоко-сырье, полученное двухэтапной обработкой ультразвуком: на первом этапе обработке подвергнута вода, на втором – механическая смесь сухого молока и обработанной воды, с последующей выдержкой. В обоих случаях мощность ультразвука – 180 Вт, длительность каждого этапа обработки – 3 минуты [6].

Режим 2 – восстановленное молоко-сырье, полученное посредством восстановления сухого молока на воде, предварительно обработанной ультразвуковым воздействием мощностью 240 Вт в течение 3 минут.

Исследование проходило в несколько этапов:

- ультразвуковая обработка восстановленного сухого молока в разных режимах;
- изучение показателей качества восстановленного молока в зависимости от используемых режимов;
- внесение в восстановленное молоко йогуртовой закваски;
- сквашивание в течение 8 часов при температуре 40 °С;
- изучение изменения показателей качества полученного йогуртового продукта в зависимости от используемых режимов, исследование активности йогуртовой закваски.

При сквашивании йогуртового продукта использовалась заквасочная культура прямого внесения LYOBAC YOYO 28 компании «MOFIN ALCE GROUP», Италия. В состав используемой закваски LYOBAC YOYO входят: *Streptococcus salivarius*ssp. *thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *bulgaricus*. Основной процесс сквашивания обеспечивают

*Streptococcus salivarius*ssp. *thermophilus*, которые обеспечивают высокую вязкость продукту. Наличие *Lactobacillus delbrueckii*ssp. *bulgaricus* улучшает и ускоряет процесс сквашивания, уменьшая вероятность развития посторонней микрофлоры. Придают продукту очень густую консистенцию с мягким, сливочным вкусом и ароматом.

После сквашивания были определены следующие показатели: кислотность, структурно-механическая характеристика йогурта (метод определения степени синерезиса), вязкость. Было проведено микроскопическое исследование полученного йогуртового продукта и его органолептическая характеристика.

### 2. Результаты и их обсуждение

Предлагаемый способ электрофизического воздействия позволяет влиять на качество и технологические свойства восстановленного молока-сырья: снижение индекса растворимости сухого молока составит 50–75 %, повышение скорости растворения – на 17,6–39,8 %, это в последующем определяет более полное восстановление белковой фракции и лактозы молока и повышение однородности продукта. Оценка качества восстановленного молока при разных режимах ультразвукового воздействия (табл. 1) показала изменения в системе продукта [5].

Образование акустических потоков в среде продукта, которое является следствием кавитационных процессов, влечет за собой деструктивные изменения оболочек частиц компонентов смеси, тогда как по мере протекания данного процесса увеличивается площадь поверхности их соприкосновения с растворителем. Кроме того, предположительно под воздействием ультразвукового капилляр-

ного эффекта происходит более интенсивное проникновение воды-растворителя в вещества белковой природы, составляющие значительную долю сухого продукта, что приводит к их более полному и краткосрочному набуханию, способствующему снижению индекса растворимости. В совокупности данные процессы объясняют увеличение растворимости сухого молока.

Анализ важности определенных характеристик молочной продукции для потребителей приведен в табл. 2 и показал следующие результаты:

- потребители хотят приобретать свежую продукцию, связывая свежесть с качеством и полезностью продукта для организма человека, наличием в составе важных в пищевом и биологическом отношении компонентов;

- для 3,4 % опрошенных свежесть – это важный критерий выбора, так, продукция должна быть соответствующей по срокам годности, о чем свидетельствуют данные по параметру «соответствие сроков годности» – все 100 % опрошенных ответили – «очень важно» и «важно»;

- цена важна для 86,5 % опрошенных, так как приоритетным является качество продукта, за которое надо платить;

- все опрошенные указали важность в большей или меньшей степени («очень важно» и «важно») характеристик вкуса, консистенции, натуральности и полезности молочного продукта;

- у большинства респондентов есть предпочитаемые производители молочной продукции, поэтому при выборе этот параметр является «очень важным» либо «важным» для них. 24,8 % респондентов указали

Таблица 1

Показатели качества восстановленного молока

Показатели качества	Контроль	Режимы УЗВ	
		Режим 1 (3 мин – 180 Вт)	Режим 2 (3 мин – 240 Вт)
Массовая доля жира, %	1,87 ± 0,03	2,15 ± 0,02	2,05 ± 0,03
СОМО, %	5,62 ± 0,02	5,61 ± 0,01	5,67 ± 0,01
Плотность,	20,05	19,77	20,10
pH	6,46	6,23	6,30
Массовая доля белка, %	2,10	1,96	2,02
Точка замер	-0,364	-0,363	-0,367
Титруемая кислотность, град Т	14	12	14

неважность данного параметра, так как на первое место они ставят вкус продукта, его качество, свежесть, которые «могут и не зависеть от производителя».

Для визуализации идеального образа продукта было проведено определение коэффициентов значимости дескрипторов, в ходе которого фокус-группе дегустаторов было предложено обозначить на шкале степень значимости в диапазоне от 1 до 9, как рекомендовано А. Tamime, R. Robinson. Сенсорный портрет «идеального» йогурта с учетом шкалы желательности потребителей представлен на рис. 1.

Органолептическая оценка опытных образцов йогуртовых напитков указала на прямое влияние режим ультразвуковой обработки на состояние йогуртовых сгустков (табл. 3 и 4).

В процессе сквашивания нарастает количество молочной кислоты, что обусловлено способностью заквасочной микрофлоры к кислотообразованию. Выход молочной кислоты влияет на скорость преобразования белкового сгустка, а следовательно на консистенцию, которая выражается в визуальном восприятии и через физические параметры.

Прочность кислотного геля является показателем качества кисломолочных напитков

Таблица 2

Критерии важности характеристик молочной продукции для потребителей

Параметр	Отношение потребителей, %			
	очень важно	важно	неважно	совершенно неважно
Свежесть продукта	65,9	30,7	3,4	—
Соответствие сроков годности	84,8	15,2	—	—
Цена	25,3	61,2	13,5	—
Вкус	91,2	8,8	—	—
Консистенция	58,4	41,6	—	—
Жирность	56,2	32,2	11,6	—
Натуральность	72,1	27,9	—	—
Полезность	64,9	35,1	—	—
Производитель	22,3	52,9	18	6,8



Рис. 1. Сенсорный портрет «идеального» йогурта с учетом шкалы желательности потребителей




Таблица 3

Потребительская оценка йогуртовых напитков, полученных на основе УЗВ

Условное обозначение образцов	Значения сенсорных характеристик, балл		
	Вкус и запах	Текстура	Приемлемость
Контроль б/о	5,8 ± 0,3	6,8 ± 0,3	5,2 ± 0,4
4 (3–180)	8,5 ± 0,6	8,6 ± 0,4	8,4 ± 0,3
3 (3–240)	6,1 ± 0,1	7,5 ± 0,3	6,1 ± 0,6

Таблица 4

Характеристика ферментированных сгустков йогуртовых напитков

Режим УЗВ	Визуальное состояние сгустка	Описание сгустка
Контроль б/о		Сгусток неразрушенный, расслоение и отделение сыворотки не установлено. Сгусток при видимой однородности слабый, при механическом воздействии легко разрушается с отделением сыворотки
Режим 1		Сгусток разрушенный, заметно расслоение и значительное отделение сыворотки. Система продукта легко подвижная
Режим 2		Сгусток неразрушенный, расслоение и отделение сыворотки не установлено. Сгусток при механическом воздействии устойчивый, слегка упругий

и зависит от состава продукта и технологических параметров (рис. 2): содержания казеинов, присутствия полисахаридов, температуры и продолжительности термообработки, гомогенизации и других факторов. Структурные характеристики йогуртовых напитков обусловлены дисперсностью белковых частиц, структурой сгустков и их устойчивостью.

Структурные характеристики йогуртовых напитков обусловлены дисперсностью белковых частиц, структурой сгустков и их устойчивостью. Известно, что структура йогуртов

представляет собой прочные сгустки белковых частиц за счет активного продуцирования высоковязких полисахаридов. Некоторые штаммы *Lactobacillus delbrueckii* sp. *Bulgaricus* образуют полисахариды, состоящие из арабинозы, маннозы, глюкозы, галактозы. Применение ультразвуковой кавитации на этапе подготовки молочного сырья к сквашиванию повлияло на устойчивость сгустка к самопроизвольному уплотнению структуры (рис. 3).

Динамика отделения сыворотки от сгустка имела различную скорость, особенно это

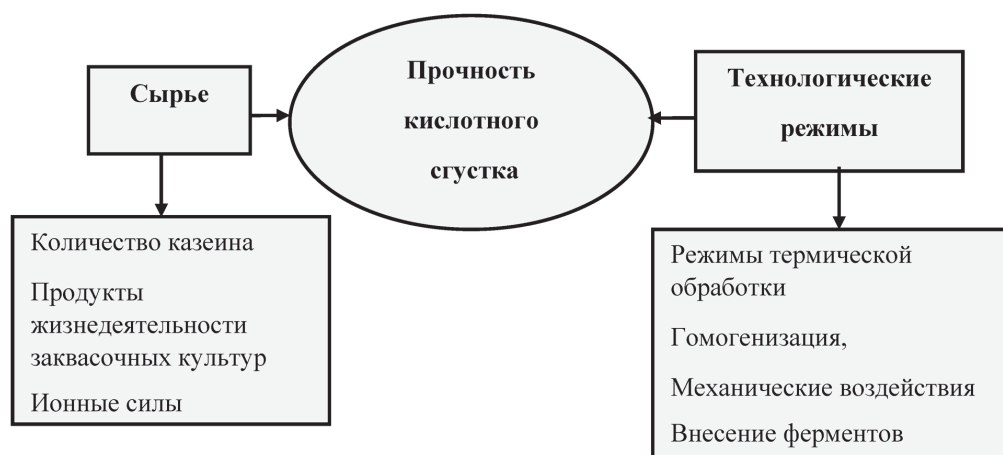


Рис. 2. Факторы качества и стабильности кислотного сгустка

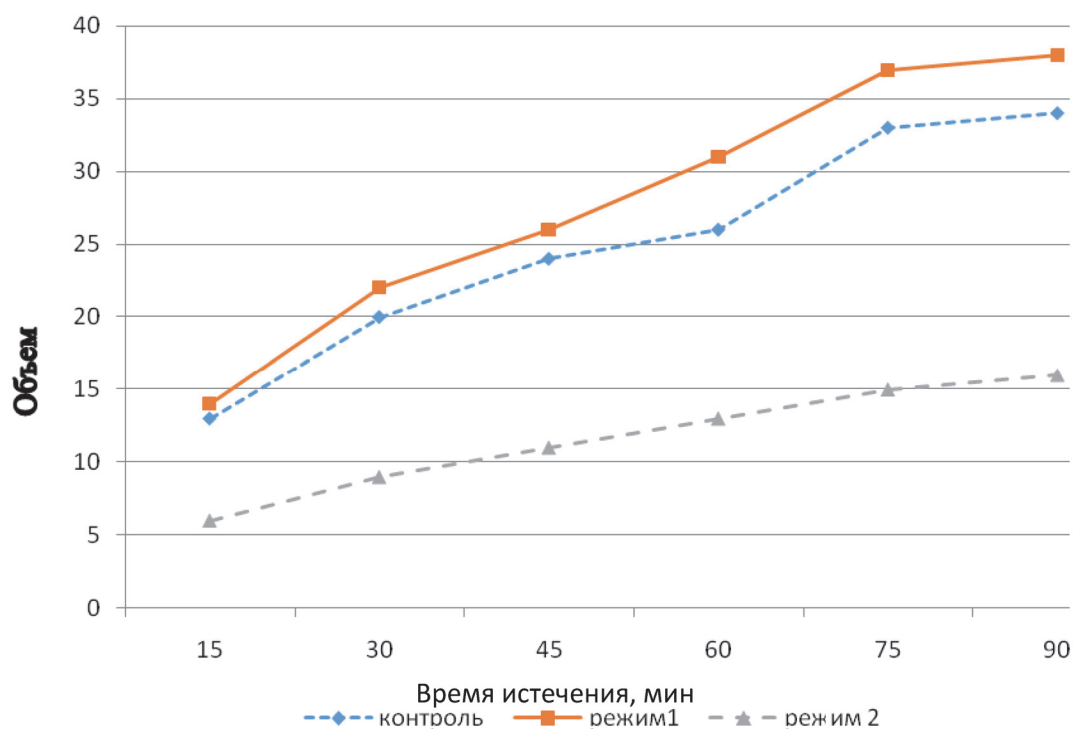


Рис. 3. Динамика синерезиса сгустков йогуртов при различных режимах УЗВ

проявилось в первые 30 мин наблюдений. Средний прирост объема составлял для контроля от 7 мл до 20 мл, сгусток с режимом 1 обработки в первые пятнадцать минут слабо удерживал сыворотку, объем истечения 8 мл. В последующие периоды объем истечения находился в диапазоне от 4 до 6 мл. Наименьший объем отделившейся сыворотки был у образцов йогуртов, полученных на молоке при режиме 2 УЗВ. Так, применение УЗВ в режиме 3 минуты при 240 Вт мощности для обработки сырого молока снизило отделение сыворотки от сгустка в 2,0 раза. В наших исследованиях значения показателя вязкости варьировалось в диапазоне 5,06–5,29 mPas в образцах контроля, в диапазоне от 8,66 до 9,22 mPas в образцах напитков, полученных сквашиванием при использовании режима 2, и диапазоне от 4,00 до 4,68 mPas в образцах напитков, полученных сквашиванием при использовании режима 1. При микрокопировании экспериментальных образцов наблюдалась типичная для данных видов заквасок микрофлора, посторонних микроорганизмов не обнаружено.

### Заключение

В ходе исследований доказана применимость кавитационных эффектов в совершенствовании технологии восстановленных продуктов переработки молока, интенсификации процесса восстановления, повышения качества восстановленных продуктов переработки молока и обеспечения их сохранности. Проведенная работа дает основания рекомендовать сонохимическую обработку с использованием кавитационного ультразвукового реактора в технологиях йогуртовых продуктов, как инновационный подход, позволявший обеспечить высокие потребительские характеристики готовых изделий.

### Литература

1. Жекова, О.А. Особенности инновационного процесса в отраслях пищевых производств / О.А. Жекова // *Пищевая промышленность*. – 2005. – № 12. – С. 26–27.
2. *Инновационная экономика / под ред. А.А. Дынкина, Н.И. Ивановой*. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Наука, 2004. – 352 с.
3. Красуля, О.Н. *Пищевая сонохимия в технологии молочных продуктов / О.Н. Красуля, Богуш В.И., Кочубей-Литвиненко О.В. и др.* // *Молочная река*. – 2014. – № 3 (55). – С. 14–16.
4. Пименов, С.В. *Механизмы управления инновациями на предприятиях по производству продуктов питания: монография / С.В. Пименов*. – СПб., 2010. – 452 с.
5. Потороко, И.Ю. *Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности использования электрофизического воздействия в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов / И.Ю. Потороко, Н.В. Попова* // *Товаровед продовольственных товаров*. – 2013. – № 1. – С. 17–21.
6. Потороко, И.Ю. *Системный подход в технологии водоподготовки для пищевых производств / И.Ю. Потороко, Р.И. Фаткуллин, Л.А. Цирульниченко* // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент»*. – 2013. – Т. 7, № 3. – С. 153–158.
7. Тёпел, А. *Химия и физика молока / А. Тёпел; пер. с нем. под ред. канд. техн. наук, доц. С.А. Фильчаковой*. – СПб.: Профессия, 2012. – 832 с.
8. Тихомирова, Н.А. *Кавитация; энергосбережение в производстве восстановленных молочных продуктов / Н.А. Тихомирова, А.Х. Эль Могизи, О.Н. Красуля и др.* // *Переработка молока*. – 2011. – № 7. – С. 14–16.
9. Хмелев, В.Н. *Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности / В.Н. Хмелев [и др.]*. – Барнаул: АлтГТУ, 2007. – 416 с.
10. Шестаков, С.Д. *Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции / С.Д. Шестаков, О.Н. Красуля, В.И. Богуш, И.Ю. Потороко*. – М.: Изд-во «ГИОРД», 2013. – 152 с.
11. Ashokkumar M. *Cavitation. A Novel Energy-Efficient Technique for the Generation of Nanomaterials / M. Ashokkumar, M. Sivakumar*, 2014. – 433 p.
12. Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. *Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing. Electronic Journal “Technical Acoustics”*, <http://www.ejta.org>, 2011, 9
13. Fox P.F., Mulvihill D.M. *Milk proteins: molecular, colloidal and functional properties // J. Dairy Res.* – 1982. – V. 49, № 4. – P. 679–693.
14. International Dairy Federations: Mizota T, Tamura Y. *Lactulose as a sugar with physiological significance. Bull. IDF*, 1987. – № 212. – P. 69–76.

15. Maison R., Knoerzer K. *A brief history of the application of ultrasonics in food processing // 19-th ICA Congress, Madrid: 2007.*
16. Muthukumaran S., Kentish S.E., Stevens G.W., & Ashokkumar M. *Application of Ultrasound in Membrane Separation processes: A Review. Rev. Chem. Eng. – 2006. – 22. – P. 155–194.*
17. Prasanna P.H.P., Grandison A.S. and Charalampopoulos D. *Microbiological, chemical and rheological properties of low fat set yoghurt produced with exopolysaccharide (EPS) producing Bifidobacterium strains. Food Research International. – 2013. – 51 (1). – P. 15–22.*
18. Suslick K.S. *In Ultrasound: Its Chemical, Physical, and Biological Effects. – VCH Publishers, New York, 1998.*
19. Wu H., Hulbert G.J., & Mount J.R. *Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2000. – 1. – P. 211–218.*
20. Zheng, L. *Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes – a review / L. Zheng, D.W. Sun // Trends in Food Sci. & Technol. – 2006. – 17. – P. 16–23.*
21. Zook K.L. and Pearce J.H. *Quantitative descriptive analysis. In Applied Sensory Analysis of Foods, Vol. 1, ed., Moskowitz, H., CRC Press, Boca Raton, FL, 1988. – P. 43–71.*

**Ускова Дарья Геннадьевна.** Аспирант кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств» Института экономики, торговли и технологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), twins23@mail.ru

**Попова Наталия Викторовна.** Кандидат технических наук, доцент кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), tef\_pорова@mail.ru.

**Ботвинникова Валентина Викторовна.** Старший преподаватель кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств» Института экономики, торговли и технологий, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), valens\_b@mail.ru.

*Поступила в редакцию 14 мая 2016 г.*

DOI: 10.14529/food160203

## INNOVATIVE APPROACHES IN THE FORMATION OF CONSUMER PROPERTIES OF RECOVERED MILK PRODUCTS USING THE EXAMPLE OF YOGURT

**D.G. Uskova, N.V. Popova, V.V. Botvinnikova**

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

Methods of ultrasonic influence (USI) are defined by the world scientific community as a particularly promising innovative technology for food industry in general and dairy sector in particular. The objects of research are cultured milk foods obtained on the basis of recovered raw milk made with the help of developed technologies. Ultrasound technological device “Volna” of UZTA-0,4/22-OM model is used as an acoustic source of elastic vibrations. The exposure is carried out in two modes (ultrasonic power of 180 Watts with the 3 minute duration of each of the two stages of processing and ultrasonic power of 240 Watts with the 3 minute duration). During the process of fermentation of yogurt product the starter of direct introduction of LYOBAC YOYO 28 by “MOFIN ALCE GROUP” company, Italy is used. The proposed method of electrophysical effects allows influencing the quality and technological properties of reduced raw milk: decrease of the index of solubility of powdered milk by 50–75 %, the increase of dissolution rate by 17.6–39.8 %, and it subsequently determines a full recovery of the protein fraction and lactose. Analysis of the importance of certain characteristics of dairy products for consumers leads to the opportunity to form the perfect prototype of yoghurt drink. The obtained data of organoleptic studies correlate with the data of physical and chemical research. The use of ultra-



sound influences on the stability of the clot to the autogenous condensation of structure. The values of viscosity index range from 8.66 to 9.22 mPas in beverage samples when using the mode 2, and range from 4.00 to 4.68 mPas in beverage samples when using mode 1. A favorable impact of the ultrasonic influence on the consumer properties of food products is demonstrated.

**Keywords:** food products, quality, consumer properties, ultrasonic influence, innovations.

### References

1. Zhekova O.A. [Features of the innovation process in the branches of food production]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2005. no. 12, pp. 26–27. (in Russ.)
2. Dynkin A.A., Ivanova N.I. (Eds.) *Innovatsionnaya ekonomika* [Innovative economy]. 2nd ed., revised and enlarged. Moscow, Nauka, 2004. 352 p.
3. Krasulya O.N., Bogush V.I., Kochubey-Litvinenko O.V. et al. [Food sonochemistry in the technology of dairy products]. *Molochnaya reka* [Milk river], 2014, no. 3 (55), pp. 14–16. (in Russ.)
4. Pimenov S.V. *Mekhanizmy upravleniya innovatsiyami na predpriyatiyakh po proizvodstvu produktov pitaniya* [Mechanisms of innovation management in the enterprises specializing in the production of food]. St. Petersburg, 2010. 452 p.
5. Potoroko I.Yu., Popova N.V. [Theoretical and experimental explanation of the possibility of the use of electrophysical influence in the formation of consumer properties of the recovered milk products]. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity expert in foodstuffs], 2013, no. 1, pp. 17–21. (in Russ.)
6. Potoroko I.Yu., Fatkullin R.I., Tsirulnichenko L.A. The system approach to water treatment technology for food production. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2013, vol. 7, no. 3, pp. 153–158. (in Russ.)
7. Tepel A. *Khimiya i fizika moloka* [Chemistry and physics of milk]. Transl. from German. St. Petersburg, Professiya Publ., 2012. 832 p.
8. Tikhomirova N.A., El' Mogazi A.Kh., Krasulya O.N., Shestakov S.D., Artemova Ya.A. [Cavitation; energy saving in the production of recovered milk products]. *Pererabotka moloka* [Processing of milk], 2011, no. 7, pp. 14–16. (in Russ.)
9. Khmelev V.N. et al. *Ul'trazvukovye mnogofunktsional'nye i spetsializirovannye apparaty dlya intensivatsii tekhnologicheskikh protsessov v promyshlennosti* [Ultrasonic multifunctional and specialized equipment for the intensification of technological processes in industry]. Barnaul, 2007. 416 p.
10. Shestakov S.D., Krasulya O.N., Bogush V.I., Potoroko I.Yu. *Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred s ispol'zovaniem kavitatsionnoy dezintegratsii* [Technology and equipment for the processing of food environments using cavitation disintegration]. Moscow, GIOR Publ., 2013. 152 p.
11. Ashokkumar M., Sivakumar M. *Cavitation. A Novel Energy-Efficient Technique for the Generation of Nanomaterials*, 2014. 433 p. DOI: 10.1201/b15669
12. Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing. *Electronic Journal "Technical Acoustics"*, <http://www.ejta.org>, 2011, 9.
13. Fox P.F., Mulvihill D.M. Milk proteins: molecular, colloidal and functional properties. *J. Dairy Res.*, 1982, vol. 49, no. 4, pp. 679–693. DOI: 10.1017/s0022029900022822
14. International Dairy Federations: Mizota T, Tamura Y. *Lactulose as a sugar with physiological significance*. *Bull. IDF*, 1987, no. 212, pp. 69–76.
15. Maison R., Knoerzer K. A brief history of the application of ultrasonics in food processing. *19-th ICA Congress*, Madrid, 2007.
16. Muthukumaran S., Kentish S.E., Stevens G.W., & Ashokkumar M. Application of Ultrasound in Membrane Separation processes. *A Review. Rev. Chem. Eng.*, 2006, 22, pp. 155–194. DOI: 10.1515/revce.2006.22.3.155
17. Prasanna P.H.P., Grandison A.S. and Charalampopoulos D. Microbiological, chemical and rheological properties of low fat set yoghurt produced with exopolysaccharide (EPS) producing Bifidobacterium strains. *Food Research International*, 2013, 51 (1), pp. 15–22. DOI: 10.1016/j.foodres.2012.11.016
18. Suslick K.S. *In Ultrasound: Its Chemical, Physical, and Biological Effects*. VCH Publishers, New York, 1998.
19. Wu H., Hulbert G.J., & Mount J.R. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2000, 1, pp. 211–218. DOI: 10.1016/s1466-8564(00)00020-5
20. Zheng L., Sun D.W. Innovative applications of power ultrasound during food freezing processes – a review. *Trends in Food Sci. & Technol.*, 2006, 17, pp. 16–23. DOI: /10.1016/j.tifs.2005.08.010
21. Zook K.L. and Pearce J.H. *Quantitative descriptive analysis. In Applied Sensory Analysis of Foods*, Vol. I, ed., Moskowitz, H., CRC Press, Boca Raton, FL, 1988, pp. 43–71.

**Daria G. Uskova.** Post graduate student of the Department of Food Production Expertise and Quality Management, South Ural State University, Chelyabinsk, twins23@mail.ru

**Natalia V. Popova.** Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department of Food Production Expertise and Quality Management, South Ural State University, Chelyabinsk, tef\_popova@mail.ru.

**Valentina V. Botvinnikova.** Senior lecturer of the Department of the Department of Food Production Expertise and Quality Management, South Ural State University, Chelyabinsk, valens\_b@mail.ru.

*Received 14 May 2016*

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Ускова, Д.Г. Инновационные подходы в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов на примере йогуртов / Д.Г. Ускова, Н.В. Попова, В.В. Ботвинникова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 20–29. DOI: 10.14529/food160203

**FOR CITATION**

Uskova D.G., Popova N.V., Botvinnikova V.V. Innovative Approaches in the Formation of Consumer Properties of Recovered Milk Products Using the Example of Yogurt. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 20–29. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160203

---