

Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств

Валентина В. Ботвинникова	¹	valens_b@mail
Дарья Г. Ускова	¹	twins23@mail.ru
Наталия В. Попова	¹	tef_popova@mail.ru

¹ кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия

Реферат. Проблема обеспеченности населения молочными продуктами обостряется в связи с тем, что сегодня во всем мире, в частности и в России, существует дефицит молока-сырья, усиливающийся с каждым годом. В перспективе потребление молока и молочной продукции по-прежнему будет опережать рост производства молока цельного. Для решения этой проблемы отечественным товаропроизводителям необходимо искать новые пути увеличения объемов производства молочного сырья и улучшения потребительских и функциональных свойств кисломолочной продукции. В работе было предложено применение акустического воздействия ультразвука, инициируемого с помощью аппарата ультразвукового технологического модель УЗТА О, 4/22 ОМ (частота механических колебаний $22 \pm 1,65$ кГц). Основными факторами, определяющими потребительские свойства, были приняты физико-химические показатели, структурно-механические характеристики и накопление минорного биологически активного вещества – кефирана. В ходе исследования были получены результаты, подтверждающие необходимость использования ультразвукового воздействия (УЗВ) в технологии производства кисломолочных продуктов.

Ключевые слова: кисломолочные продукты, ультразвуковое воздействие, молоко коровье сырое, диспергированные частицы, вязкость, кефир

Practical background modification fermented beverage technology for the formation of defined functional properties

Valentina V. Botvinnikova	¹	valens_b@mail
Dar'ya G. Uskova	¹	twins23@mail.ru
Nataliya V. Popova	¹	tef_popova@mail.ru

¹ department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia

Summary. The problem of provision of population with dairy products is escalating due to the fact that today, throughout the world, particularly in Russia, there is a shortage of milk as raw material, increasing every year. In the future, the consumption of milk and dairy products will continue to outpace growth in milk production is solid. To solve this problem, domestic producers need to find new ways to increase production of raw milk and improve the consumer and functional properties of fermented dairy products. The work was proposed the use of acoustic effects of ultrasound, triggered by the ultrasound, the technological model UTA ABOUT, 4/22 OM (frequency mechanical vibrations $22 \pm 1,65$ kHz). The main factors determining consumer characteristics, were taken physico-chemical parameters, structural and mechanical characteristics and the accumulation of minor biologically active substances – kefiran. In the study was obtained results confirming the necessity of using ultrasonic impact (RAS) in the production technology of dairy products

Keywords: K dairy products, ultrasonic treatment, raw cow's milk, the dispersed particles, viscosity, kefir

Введение

Эксперты Международной Молочной Федерации (ММФ) называют кисломолочные продукты – «продуктами здоровья» и считают, что в XXI веке эти продукты будут занимать наибольший объем в производстве молочных продуктов [15]. Современный потребитель заинтересован в приобретении продуктов, обладающих способностью нормализовать состав нормальной микрофлоры кишечника или повысить ее биологическую активность, что определяет наполнение потребительского рынка «продуктами для здоровья».

Для цитирования

Ботвинникова В.В., Ускова Д.Г., Попова Н.В. Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 172–180. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-172-180

Вместе с тем Национальный союз производителей молока (рисунки 1) приводит данные о недостаточности объемов производства сырого молока (только 76%), при этом показатель обеспеченности товарным молоком – 66%. Основное производство молока сосредоточено в Приволжском (9610 тыс. т) и Центральном (5509 тыс. т) федеральных округах. Россия входит в ТОП-5 стран мира по производству молока, но по эффективности его использования значительно уступает развитым странам [1, 3, 5, 10].

For citation

Botvinnikova V. V., Uskova D. G., Popova N. V. Перевод названия. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 172–180. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-172-180

В молочной отрасли работает около 21 тысячи предприятий, продукция отрасли составляет до 15% от оборота розничных сетей. Однако, по оценке Минэкономразвития, увеличение продаж молочной продукции в 2016 году

составит 1%, в 2017 – еще 2,4%, в 2018 – 2,6%. В результате продажи молочной продукции в 2018 году увеличатся на 6,1% в сравнении с 2015 годом (рисунок 2).

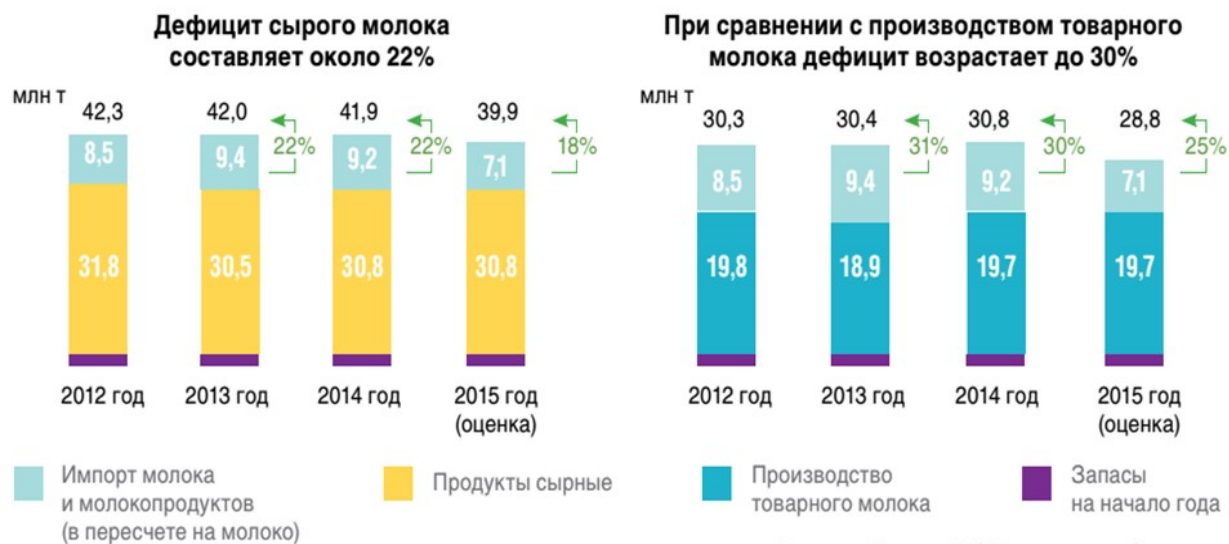


Рисунок 1. Динамика и структура производства сырого молока в Российской Федерации

Figure1. Dynamics and structure of production of raw milk in the Russian Federation



Рисунок 2. Динамика производства основных видов молочной продукции

Figure2. Dynamics of production of main dairy products

В структуре ассортимента кисломолочных продуктов на долю кефира приходилось 32%, йогурта – 21%, сметаны – 17%, сыворотки – 12%, ряженки 7% и другие виды кисломолочных продуктов – 11%. Наибольшее количество кефира, кефирных продуктов производится в регионах, которые лидируют в производстве молока. Спрос на кисломолочную продукцию

удовлетворяется практически полностью за счет отечественного производства [1, 10]. Вместе с тем у российских производителей есть хороший потенциал наращивания объемов выпускаемой продукции. Потребление молочных продуктов составляет по разным оценкам от 190 до 250 кг при норме 300–330 кг.

Вместе с тем, рост производства кисломолочной продукции ограничен отсутствием динамики развития сырьевой базы, для рынка молока характерны одновременно экстенсивная деградация и интенсивное развитие. Важнейшим условием успешного развития молокоперерабатывающей промышленности является преодоление существующих системных проблем, а приоритетами долгосрочного периода, согласно «Стратегии развития пищевой и перерабатывающей отрасли на период до 2020 года», являются инновационные подходы к их решению.

Успешная реализация поставленных задач в технологии производства молочных продуктов, направленных на получение продукции с высокими качественными показателями и функциональными свойствами, возможна на основе применения инновационных подходов. Большой вклад в разработку новых, перспективных технологий производства функциональных молочных продуктов и исследования их свойств внесли отечественные ученые: А. Г. Храмцов, В. Д. Харитонов, З. С. Зобкова, Л. А. Остроумов, Ю. Я. Свириденко, Н. А. Тихомирова, В. И. Ганина, Н. Б. Гаврилова, А. А. Майоров, А. Ю. Просеков, Л. А. Забодалова, И. А. Смирнова, Д. М. Захарова и другие.

Формирование потребительских свойств молочных продуктов определяет комплекс факторов, среди которых лидирующими являются качество сырья и новые технологии производства [5, 7, 8, 11]. Возможности использования ультразвука различной мощности и применимости его в технологиях пищевых производств представлены в работах В. А. Акуличева, А. Г. Галстяна, С. Д. Шестакова, О. Н. Красули, И. Ю. Потороко, М. Ashokkumar, Bogdan-Zisu, Jian-Yong Wu, PabloJuliano, T. G. Leighton, K. S. Suslick, F. Grieser и других ученых.

Цель работы заключается в модификации технологии производства кисломолочных напитков за счет применения ультразвуковых воздействий, для интенсификации биохимических процессов их производства, направленных на повышение функциональных свойств в условиях вариабельности качества исходного сырья.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- исследовать факторы, определяющие качество и функциональные свойства кисломолочных продуктов (на примере Уральского региона);
- обосновать целесообразность применения эффектов ультразвукового воздействия (УЗВ) в производстве кисломолочных напитков.

Материалы и методы.

Для изучения влияния ультразвукового воздействия (УЗВ) на потребительские свойства кисломолочной продукции, объектами исследования были выбраны:

- образцы молока коровьего сырого, производимого в областях Уральского региона, отобранные в соответствии с требованиями стандарта;
- модельные образцы кисломолочных напитков, подготовленные в лабораторных условиях по традиционной и модифицированной (с применением УЗВ) технологиям.

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

Образцы в объеме 250 мл обрабатывались ультразвуком мощностью 120 Вт (30% от номинальной мощности прибора), 180 Вт (45% от номинальной мощности прибора) и 240 Вт (60% от номинальной мощности прибора), экспозиция 1, 3 и 5 минут. Каждому обработанному образцу был присвоен условный код, в зависимости от длительности и мощности воздействия ультразвуком на него (таблица 1).

Таблица 1.

Характеристика условных кодов модельных образцов

Table 1.

The conditional characteristic codes of models

Мощность обработки, Вт(% от номинальной мощности прибора) Processing power, watts (% of rated output)	Время обработки, мин Processing time, min.		
	1	3	5
120 (30%)	1–30*	3–30	5–30
180 (45%)	1–45	3–45	5–45
240 (60%)	1–60	3–60	5–60

* «1–30» – означает 1 минуту обработки про 30% мощности прибора от паспортной

* “1–30” – is 1 minute of processing about 30% of the power unit from the nameplate

Для оценки микроструктуры использовали анализатор NanotractUltra (MicrotracInc., США). Измерения, проводимые на Nanotract, соответствуют стандарту ISO 13321. Анализ размеров частиц основан на методе Динамического Рассеяния Света. Минимальный размер обнаруживаемых прибором частиц – 0,8 нм, результаты измерений имеют высокую точность и воспроизводимость.

После сквашивания были определены следующие показатели: кислотность, вязкость и массовая доля кефирана (экзополисахарид).

Количественное определение полисахарида (кефирана), производимого молочнокислыми бактериями, включает получение анализируемого раствора (Патент RU 2437092 C1).

Результаты исследования и их обсуждение

Важной проблемой, определяющей несоответствие качества реализуемых в настоящее время кисломолочных продуктов, является отклонение от нормируемых показателей характеристик сырья, обуславливающих его технологическую пригодность и пищевую полноценность конечных продуктов. Поэтому, исследование свойств и пищевой ценности молочного сырья Уральского

региона позволило создать необходимый массив информации, осуществить выбор соответствующих способов воздействия в целях минимизации установленных отклонений.

Для исследований качества молочного сырья в качестве регламента применялись ТР ТС 033/2013 и ГОСТ Р 52054–2003. Результаты органолептической оценки по показателю вкус и запах (рисунок 3) варьировали в значительном диапазоне значений. Однако сохранялась общая тенденция, позволяющая установить в пробах градацию качества не ниже первого сорта. Результаты оценки физико-химических показателей качества молока, поступающего на молокоперерабатывающие предприятия, характеризуют различия в качестве, которые могут проявляться при его переработке. Анализируя данные (рисунок 4, 5), можно наблюдать, что в целом, относительно территориального критерия, вариативность показателей химического состава весьма невысокая. Так, коэффициент вариации по содержанию белка в сыром молоке имеет диапазон колебаний 1,3, по содержанию жира – 1,5, значения показателя изменяются в течение периода лактации.

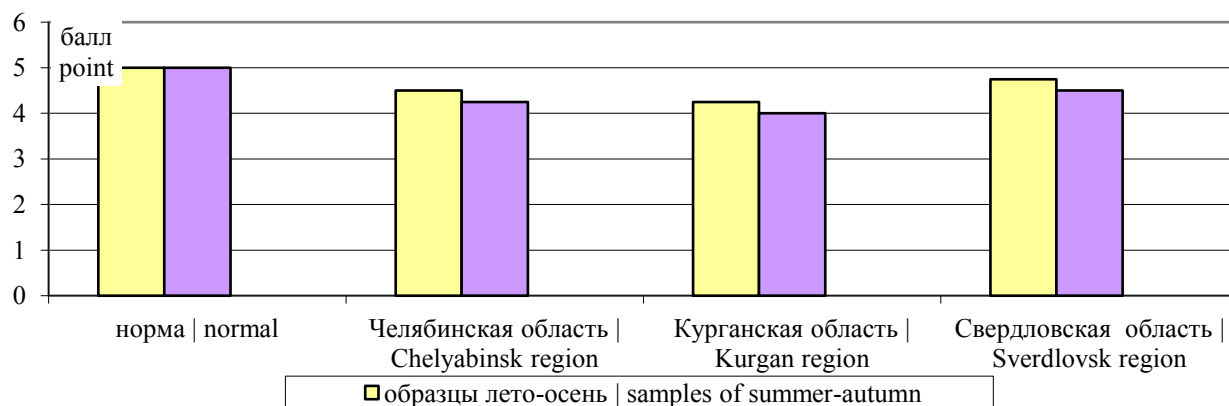


Рисунок 3. Результаты усредненных оценок вкуса и запаха молока коровьего сырого в разные периоды лактации для разных территорий, балл

Figure 3. Results the average ratings of the taste and smell of raw cow's milk in different periods of lactation for the different territories, score

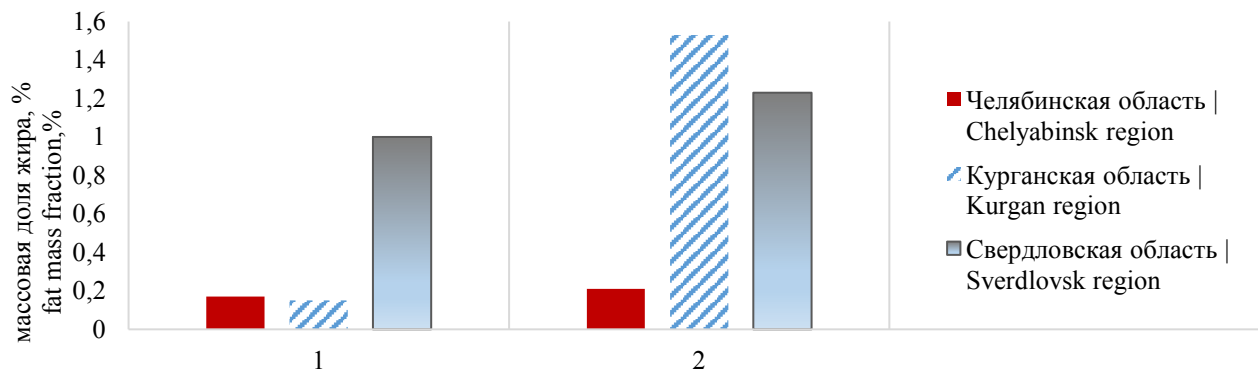


Рисунок 4. Вариативность молочного сырья по массовой доле жира в зависимости от периода лактации и территорий получения

Figure4. Variability of raw milk a mass fraction of fat, depending on the lactation and territories receiving

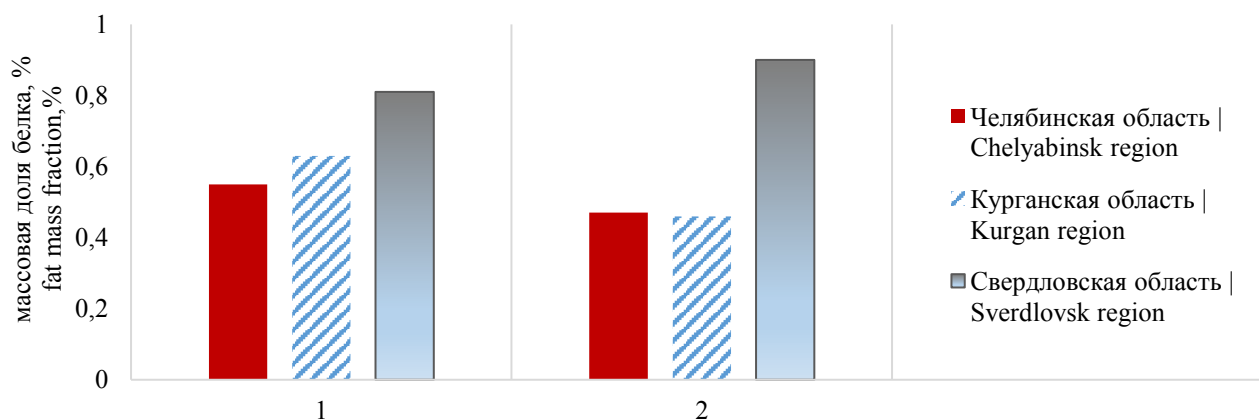


Рисунок 5. Вариативность молочного сырья по массовой доле белка в зависимости от периода лактации и территорий
Figure5. The variability of milk raw materials by mass percentage of protein depending on the lactation and territories

Выявлена вариативность не только в зависимости от периода лактации, что весьма очевидно, но от территориального фактора. Содержание жира (при норме не менее 2,8%) изменяется от $3,06 \pm 0,07\%$ до $4,30 \pm 0,05\%$ (коэффициент вариации $0,17 \dots 1,53$), содержание белка (при норме 2,8%) от $2,8 \pm 0,03\%$ до $3,8 \pm 0,05\%$ (коэффициент вариации $0,03 \dots 0,33$), что влияет на показатели – плотность и СОМО.

В целом коэффициент вариативности по показателю «плотность» составил 5,04; по показателю «кислотность» – 3,78; по массовой доле белка – 0,98; по массовой доле жира – 1,24.

В рамках работы была поставлена серия рекогносцировочных опытов, нацеленных на исследование изменений свойств сырого коровьего молока под воздействием эффектов ультразвуковой кавитации. Номенклатура показателей для установления оптимума воздействия в целях оптимизации консистенции продуктов (состояние кислотных молочных гелей) включала: активная кислотность (pH), температура, дисперсность среды, вязкость.

Диспергирование твердых компонентов в жидкости, как известно, обычно более затруднительно и требует большего расхода энергии, чем гомогенизация системы «жидкость-жидкость». Полагают, что основную роль в процессе диспергирования играет кавитация [9, 15, 17, 20], что подтверждается зависимостью скорости диспергирования от температуры. Эффекты кавитации, изменяющие объемную долю диспергированных частиц, влияют на вязкость молока, что подтверждается изменением степени дисперсности (рисунок 6).

Вместе с тем, при нарастании мощности и длительности отмечены эффекты агрегирования частиц:

– при воздействии УЗ 30% мощности (120 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы следующих фракций 2656 нм – 46,2%; 148,3 нм – 53,8%;

– при воздействии УЗ 45% мощности (180 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы двух фракций 1461 нм – 8,4%; 294,7 нм – 91,6%;

– при воздействии УЗ 60% мощности (240 Вт) в течение 5 мин (300 с) присутствуют частицы двух размерных фракций 4320 нм – 48,9%; 152,9 нм – 51,1%.

Полученные результаты свидетельствуют о явном влиянии процесса кавитации на степень дисперсности частиц молока и, прежде всего, жировых шариков. Диспергирование влияет на ту часть белков, которые участвуют в построении новых адсорбционных оболочек жировых шариков. Белки, которые остаются в плазме, структуру и свойства не изменяют.

Ультразвуковая кавитация позволяет комплексно обеспечить заданные функционально-технологические характеристики для производства кисломолочных продуктов. Ее применение на этапах подготовки молочного сырья к сквашиванию может позволить снизить длительность процесса пастеризации, уменьшить тепловую нагрузку на молоко-сырье, что будет способствовать сохранению нативных компонентов; выступать альтернативой процессу гомогенизации и ускорить процесс ферментации при производстве кисломолочных напитков [2, 6, 8, 11–13].

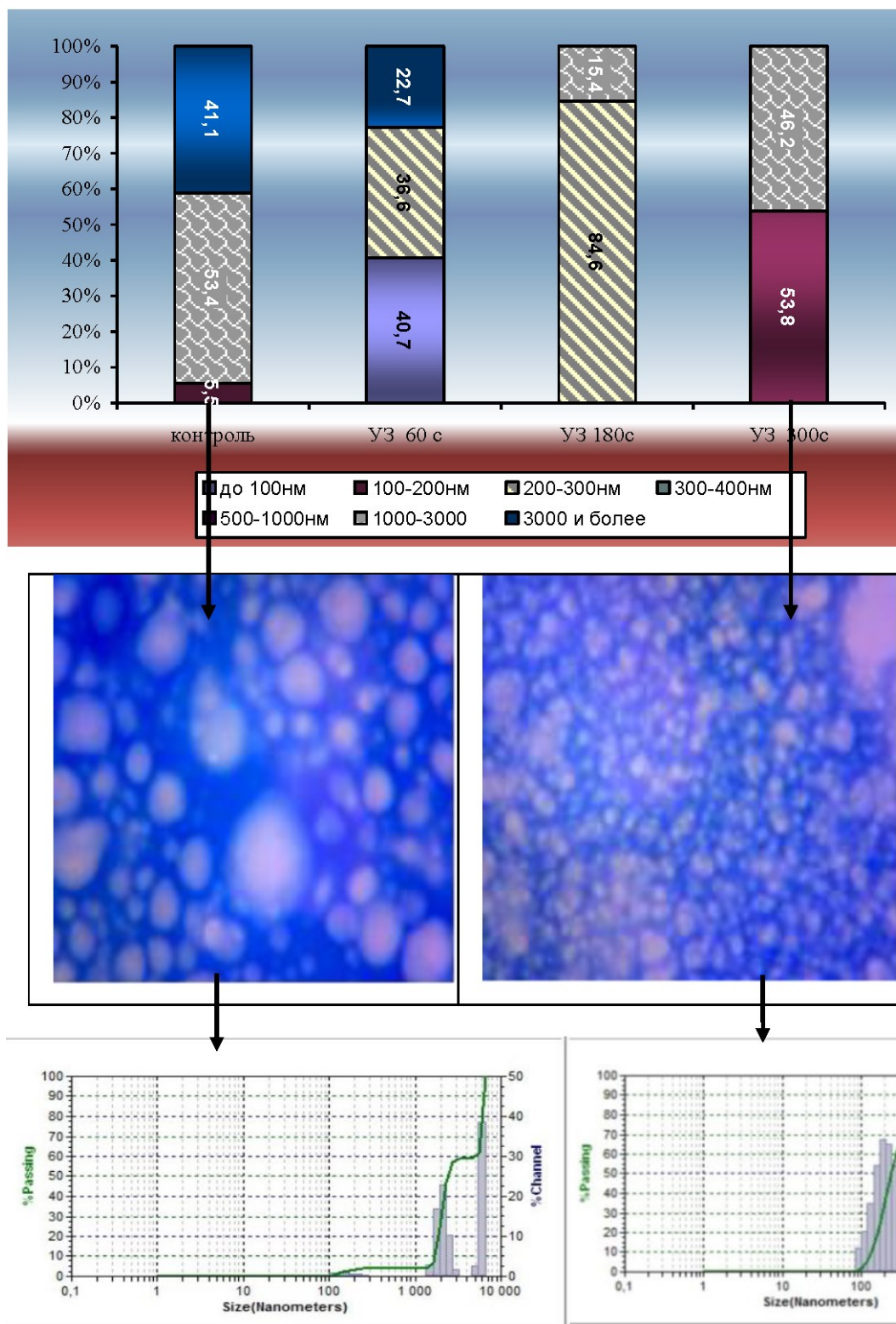


Рисунок 6. Анализ дисперсной системы молока при различной длительности УЗВ 30%-ной мощности на основе результатов электронной микроскопии и дисперсного анализа

Figure 6. Analysis of dispersed systems of milk at different durations of RAS 30% power on the basis of the results of electron microscopy and particle size analysis

Для оценки структурно механических и синергетических свойств образовавшихся кислотных сгустков оценивали показатели

вязкость и степень синерезиса в совокупности с показателем дисперсности частиц молока после УЗВ (рисунок 7).

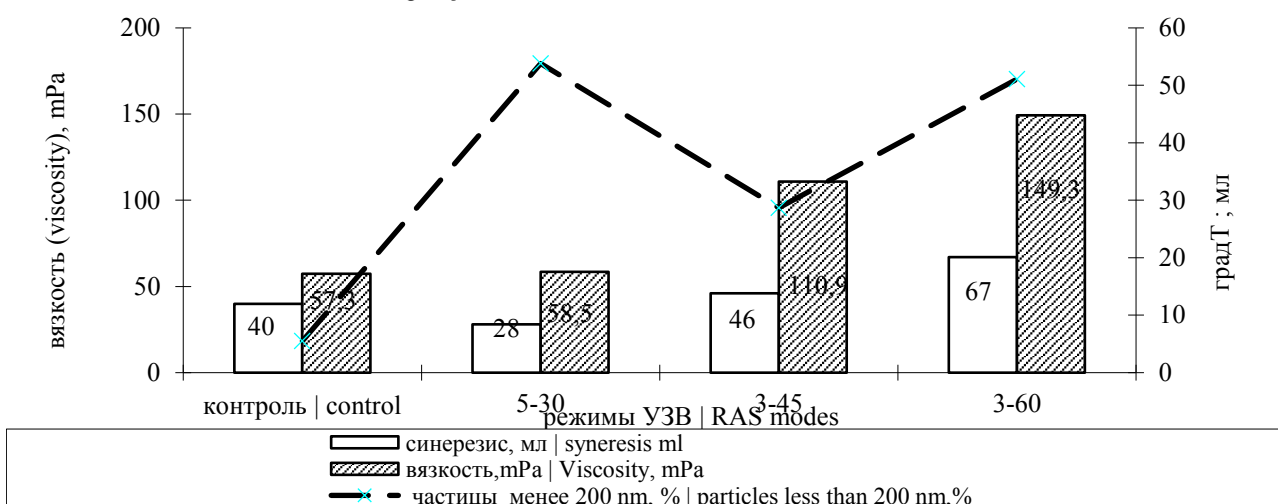


Рисунок 7. Соотношение показателей титруемой кислотности, вязкости и синерезиса сгустков кефира при различных режимах УЗВ

Figure 7. Ratio of titratable acidity, viscosity and syneresis clots kefir at various modes of RAS

Структурно-механические свойства, влагоудерживающая способность, синергетические свойства зависят в большей степени от состава молока, режимов тепловой и механической обработки. Применение ультразвуковой кавитации на этапе подготовки молочного сырья к сквашиванию повлияло на устойчивость сгустка к самопроизвольному уплотнению структуры [14, 16, 17].

Для дальнейшей работы в направлении создания кисломолочного напитка с выраженным функциональным действием необходимо определить оптимальные условия накопления бактериальных полисахаридов (кефирана). Актуальность данного направления в исследовании обусловлена отсутствием достаточного объема информации по этому вопросу [4, 19, 20].

Для установления оптимальных параметров УЗВ, определяющих возможность обеспечения

показателей вязкости и количество кефирана в продукте, была применена методика центрального композиционного планирования, основанная на двухфакторном анализе. В качестве переменных факторов были выбраны мощность и длительность УЗВ, контролируемых показателей – массовая доля кефирана и вязкость. В результате решения задачи оптимизации были получены поверхности отклика и уравнения, адекватно их описывающие.

Обработка полученных данных позволила получить следующие уравнения регрессии (1–2), адекватно описывающие процесс изменения вязкости и накопления кефирана для образцов кефира на закваске кефирного грибка. Поверхности отклика представлены на рисунке 8, где вязкость (Y_1), массовая доля (М.д.) кефирана (Y_2):

$$Y_1 = -0,065 \cdot x_1^2 - 6,968 \cdot x_2^2 - 0,15 \cdot x_1 \cdot x_2 + 7,949 \cdot x_1 + 50,097 \cdot x_2 - 182,036 \quad (1)$$

$$Y_2 = -8,341 \cdot 10^{-3} \cdot x_1^2 - 5,549 \cdot x_2^2 - 3,667 \cdot 10^{-3} \cdot x_1 \cdot x_2 + 1,071 \cdot x_1 + 35,613 \cdot x_2 + 106,613 \quad (2)$$

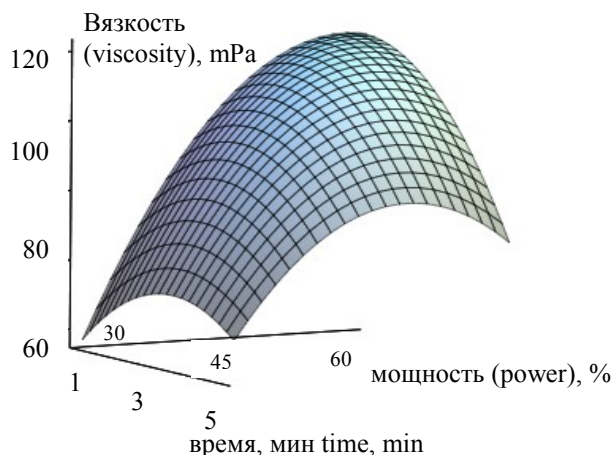
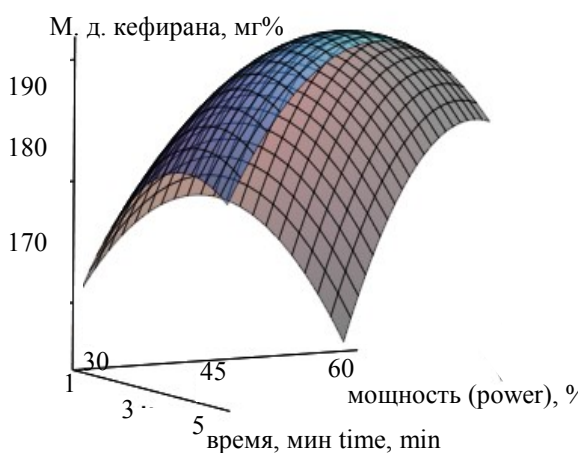


Рисунок 8. Зависимость массовой доли кефирана и вязкости от режимов ультразвукового воздействия в образцах кисломолочных напитков мг%, мПа

Figure 8. The mass fraction kefiran and viscosity on the modes of ultrasonic influence in the samples of fermented milk drink mg%, mPa

В результате были установлены оптимальные значения режимов УЗВ:

— для массовой доли кефирана, оптимум достигается при значениях

$$X_1 = 63,512\%; X_2 = 3,024 \text{ мин.}$$

— для показателя вязкость, оптимум достигается при значениях:

$$X_1 = 58,139\%; X_2 = 2,96 \text{ мин.}$$

Обобщенный анализ данных с учетом физического смысла определяемых величин, а также в сопоставимости с результатами дисперсной оценки молочной системы и характером развития заквасочной микрофлоры позволил установить оптимальные значения параметров для моделирования процесса формирования консистенции и накопления функциональных веществ кисломолочных напитков.

ЛИТЕРАТУРА

1 Анализ рынка молока и сливок в России в 2010–2014 гг., прогноз на 2015–2019 гг. URL: <http://businessstat.ru>.

2 Артемова Я.А., Красуля О.Н., Тихомирова Н.А., Шестаков С.Д. Ультразвуковая сонохимическая водоподготовка // Молочная промышленность. 2011. № 5. С. 39–42.

3 Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации Указ Президента Российской Федерации от 30 января 2010 года № 120.

4 Еникеев Р.Р. Разработка технологии производства кефира с повышенным содержанием полисахарида кефирана: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.18.04. Самара, 2011. 23 с.

5 Забодалова, Л.А. Технология молочных продуктов: современность и перспективы // Вестник Международной Академии Холода. 2013. № 2. С. 19–22.

6 Красуля О.Н., Богуш В.И., Кочубей-Литвиненко О.В. и др. Пищевая сонохимия в технологии молочных продуктов // Молочная река. 2014. № 3 (55). С. 14–16.

7 Потороко И.Ю., Фаткуллин Р.И., Цирульниченко Л.А. Системный подход в технологии водоподготовки для пищевых производств // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2013. Т. 7. № 3. С. 153–158.

8 Потороко И.Ю., Попова Н.В. Теоретическое и экспериментальное обоснование возможности использования электрофизического воздействия в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов // Товаровед продовольственных товаров. 2013. № 1. С. 17–21.

9 Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М.: Издательство Наука, 1978. 371 с.

10 Рынок молока – текущая ситуация. Мониторинг сельскохозяйственных товаров. Агро XXI. Новости. Аналитика. Комментарии. URL: <http://www.agroxxi.ru>.

Заключение

В ходе проведения исследования:

— установлена высокая вариабельность качества кисломолочных напитков, реализуемых на потребительском рынке Уральского региона, обусловленная следующими факторами информационной неопределенности: качество молока коровьего сырого, состав заквасочной микрофлоры и отклонения от установленных технологических регламентов;

— изучен один из факторов (содержание полисахарида кефирана, обладающего противоопухолевой и иммуномодулирующей активностью), обуславливающих функциональность кисломолочных напитков;

— доказано, что УЗВ позволяет регулировать потребительские свойства кисломолочных напитков и выступать в качестве активатора для накопления экзополисахарида – кефирана, который может выступать в качестве интегрального показателя физиологической ценности кисломолочных напитков.

11 Тёпел А. Химия и физика молока. СПб.: Профессия, 2012. 832 с.

12 Шестаков С.Д., Красуля О.Н., Богуш В.И. и др. Технология и оборудование для обработки пищевых сред с использованием кавитационной дезинтеграции. СПб.: ГИОРД, 2013. – 152 с.

13 Fox P.F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P.L.H., O'Mahony J.A. Dairy Chemistry and Biochemistry.

14 Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing. Electronic Journal «Technical Acoustics». URL: <http://www.ejta.org>, 2011, 9

15 New opportunities and challenges in production and bioactivity of functional dairy foods Proceedings of the IDF/DIAA Symposium on Functional Dairy Foods 2009, Melbourne, Australia, February 24/25, 2009. URL: <http://www.fil-idf.org>

16 Suslick, K.S. The chemical effects of ultrasound // Scientific American. 1989. P. 80–86.

17 Ahmed N.H., El Soda M., Hassan A.N., Frank J. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. (Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie) // Food Sci Technol. 2005. № 38. P. 843 – 847.

18 Bodyfelt F.W. Dairy product score cards: are they consistent with principles of sensory evaluation? // J. Dairy Sci. 1981. № 64. P. 2303–2308.

19 Canselier J.P., Delmas H., Wilhelm A.M., Abismail B. Ultrasound emulsification – an overview // J. Dispersion Science and Technology. 2002. № 23. P. 333–349.

20 Yokoi H., Watanabe T. Optimum culture conditions for production of kefir by Lactobacillus sp. KPB-167B isolated from kefir grains // Journal of Fermentation and Bioengineering. 1992. V. 74. № 5. P. 327–329.

REFERENCES

- 1 Anali rynka moloka i slivok v Rossii [Analysis of the market of milk and cream in Russia in 2010-2014, forecast 2015-2019] Available: <http://businessstat.ru>. (in Russian)
- 2 Artemova Ya. A., Krasulya O. N., Tikhomirova N. A., Shestakov S. D., Ultrasonic sonochemical water treatment. *Molochnaya promyshlennost'* [Dairy industry] 2011, no. 5, pp. 39-42. (in Russian)
- 3 Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti RF [Food security Doctrine of the Russian Federation the decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010 № 120] (in Russian)
- 4 Enikeev R. R. Razrabotka tekhnologii proizvodstva kefir [Development of technology of production of yogurt with a high content of polysaccharide kefiran] Samara, 2011. 23 p (in Russian)
- 5 Zabodalova L. A. Dairy technology: present and prospects. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii khooloda* [Proceedings of International Academy of Refrigeration] 2013, no. 2, pp. 19-22. (in Russian)
- 6 Krasulya O. N., Bogush V. I., Kochubey-Lytvynenko O. V. et al. Food sanocemia in the technology of dairy products. *Molochnaya reka* [Dairy river] 2014, no. 3 (55), pp. 14-16. (in Russian)
- 7 Potoroka I. Yu., Fatkullin, R. I., Tsiurlikov L. A. System approach in water purification technology for food production. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo universiteta* [Bulletin of the South Ural state University. Series: Economics and management] 2013, vol. 7, no. 3, pp. 153-158. (in Russian)
- 8 Potoroka I. Yu., Popova N. V. Theoretical and experimental substantiation of the possibility of using electrophysical effects in the formation of consumer properties of the restored dairy products. *Tovaroved prodovol'stvennykh tovarov* [Commodity food products] 2013. no. 1. pp. 17-21. (in Russian)
- 9 Rebinder P. A. Poverkhnostnye yavleniya v dispersnykh sistemakh [Surface phenomena in disperse systems. Physico-chemical mechanics] Moscow, Nauka, 1978. 371 p. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Валентина В. Ботвинникова к. т. н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия, valens_b@mail.ru

Дарья Г. Ускова аспирант, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия, twins23@mail.ru

Наталья В. Попова к. т. н., доцент, кафедра пищевые и биотехнологии, Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, пр. Ленина, 85, 454080, Россия, tef_popova@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Валентина В. Ботвинникова консультация в ходе исследования
Дарья Г. Ускова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент, выполнил расчёты
Наталья В. Попова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 15.11.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.12.2016

10 Rynok moloka – tekushchaya situatsiya [Dairy Market – the current situation. Monitoring of agricultural products. Agro XXI. News. Analyst. Comments] Available at: <http://www.agroxxi.ru>. (in Russian)

11 Tepel A. Khimiya i fizika moloka [Chemistry and physics of milk] Saint-Petersburg, Professiya, 2012. 832 p. (in Russian)

12 Shestakov S. D., Krasulya O. N., Bogush V. I. et al. Tekhnologiya i oborudovanie dlya obrabotki pishchevykh sred [Technology and equipment for processing food media with the use of cavitation disintegration] Saint-Petersburg, GIOR, 2013. 152 p (in Russian)

13 Fox P.F., Uniacke-Lowe T., McSweeney P.L.H., O'Mahony J.A. Dairy Chemistry and Biochemistry.

14 Ashokkumar M., Rink R., Shestakov S. Hydrodynamic cavitation – an alternative to ultrasonic food processing. Electronic Journal «Technical Acoustics». Available at: <http://www.ejta.org>, 2011, 9

15 New opportunities and challenges in production and bioactivity of functional dairy foods Proceedings of the IDF/DIAA Symposium on Functional Dairy Foods 2009, Melbourne, Australia, February 24/25, 2009. Available at: <http://www.fil-idf.org>

16 Suslick, K.S. The chemical effects of ultrasound. Scientific American. 1989, pp. 80-86.

17 Ahmed N.H., El Soda M., Hassan A.N., Frank J. Improving the textural properties of an acid-coagulated (Karish) cheese using exopolysaccharide producing cultures. (Lebensmittel – Wissenschaft und – Technologie). Food Sci Technol. 2005, no. 38, pp. 843 – 847.

18 Bodyfelt F.W. Dairy product score cards: are they consistent with principles of sensory evaluation? J. Dairy Sci., 1981, no. 64, pp. 2303–2308.

19 Canselier J.P., Delmas H., Wilhelm A.M., Abis-mail B. Ultrasound emulsification – an overview. J. Dispersion Science and Technology. 2002, no. 23, pp. 333-349.

20 Yokoi H., Watanabe T. Optimum culture conditions for production of kefir by Lactobacillus sp. KPB-167B isolated from kefir grains. Journal of Fermentation and Bioengineering. 1992, vol. 74, no. 5, pp. 327–329.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Valentina V. Botvinnikova candidate of technical sciences, associated professor, department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia, valens_b@mail.ru

Dar'ya G. Uskova graduate student, department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia, twins23@mail.ru

Nataliya V. Popova candidate of technical sciences, associated professor, department of food and biotechnology, South Ural State University, Chelyabinsk, Lenin str., 85, 454080, Russia, tef_popova@mail.ru

CONTRIBUTION

Valentina V. Botvinnikova consultation during the study
Dar'ya G. Uskova review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations
Nataliya V. Popova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 11.15.2016

ACCEPTED 12.1.2016