

На правах рукописи



**Ускова Дарья Геннадьевна**

**ФОРМИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЙОГУРТОВ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУКОИДАНА  
И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОНИЗАЦИИ**

Специальность 05.18.15 –  
Технология и товароведение пищевых продуктов  
функционального и специализированного назначения  
и общественного питания

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата технических наук**

Екатеринбург – 2019

Работа выполнена на кафедре пищевых и биотехнологий  
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

- Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор  
**Потороко Ирина Юрьевна** (Россия),  
заведующий кафедрой пищевых и биотехнологий  
ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный  
университет (НИУ)»
- Официальные оппоненты:** **Забодалова Людмила Александровна** (Россия),  
доктор технических наук, профессор  
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный  
исследовательский университет информационных  
технологий, механики и оптики», профессор  
факультета пищевых биотехнологий и инженерии
- Ивкова Ирина Александровна** (Россия),  
доктор технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный  
университет имени П. А. Столыпина»,  
профессор кафедры товароведения, стандартизации  
и управления качеством
- Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное научное  
учреждение «Федеральный Алтайский научный  
центр агробиотехнологий»

Защита диссертации состоится 2 ноября 2019 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета Д 212.287.02 при ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» по адресу: 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/ Народной Воли, 62/45, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», зал диссертационных советов (ауд. 150).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет». Автореферат размещен на официальном сайте ВАК Минобрнауки России: <http://vak.ed.gov.ru> и на сайте ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»: <http://science.usue.ru>.

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат технических наук, доцент

О. В. Феофилактова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Интерес потребителей к продуктам питания функциональной направленности в сегменте молочной продукции нарастает с каждым годом. Эксперты Международной молочной федерации (ММФ) называют их «продуктами здоровья» и считают, что в XXI веке эти продукты будут занимать наибольший объем в производстве молочных продуктов.

Однако в молочной отрасли фактически отсутствует устойчивая динамика развития сырьевой базы, поэтому для рынка молока характерны одновременно экстенсивная деградация и интенсивное развитие. В Стратегии развития пищевой и перерабатывающей отрасли на период до 2020 г. прописаны условия развития молокоперерабатывающей промышленности, связанные с реализацией инновационных подходов к решению обозначенных проблем. Важным документом, определяющим приоритеты в области обеспечения надлежащего качества пищевой продукции, формирования полноценного питания и увеличения продолжительности жизни населения, является Стратегия повышения качества продукции в Российской Федерации до 2030 г., нацеленная на комплексное решение поставленных задач.

В ассортименте молочной продукции кисломолочные продукты, в частности йогурты, занимают лидирующие позиции по объемам производства и реализации, за счет высокой популярности среди населения. Используемые в их технологиях симбиотические закваски молочнокислых бактерий в процессе метаболизма способны продуцировать биологически активные вещества, влияющие на процессы гомеостаза в организме человека. Вместе с тем, по данным ММФ, большая часть кисломолочной продукции не только не обладает заявленной функциональностью, но и не соответствует нормативам по качеству, что создает определенные риски для потребителей.

В связи с этим важнейшим является преодоление существующих системных проблем за счет инновационных подходов в технологиях производства кисломолочной продукции, ориентированных на модификацию отдельных процессов, позволяющих повысить качество и потребительские свойства готовых продуктов.

В основу *рабочей гипотезы* положено предположение о возможности обогащения молочного сырья растительными пищевыми ингредиентами в сочетании с ультразвуковым воздействием в рациональных режимах при производстве йогуртов для получения продукта с заданными потребительскими свойствами.

**Степень разработанности темы исследования.** Обеспечение функциональных свойств, повышение пищевой ценности, потребительских достоинств возможно путем обогащения кисломолочных продуктов пищевыми ингредиентами из растительного сырья водных ресурсов РФ в сочетании с методами электрофизического воздействия для формирования уникальной пищевой матрицы продукта.

Весомый вклад в научное развитие производства продуктов с функциональными свойствами внесли следующие отечественные ученые: Л. А. Забодалова, З. С. Зобкова, Н. Н. Липатов, Л. А. Остроумов, В. Ф. Семенихина, Н. А. Тихомирова, Л. М. Захарова, О. В. Пасько, Т. В. Пилипенко, И. С. Хамагаева, В. Д. Харитонов, В. Г. Попов, И. Ю. Резниченко, А. Г. Храмцов, В. И. Ганина, Е. И. Мельникова и др.

Растительное сырье водных ресурсов РФ включает большое количество видов, среди которых бурые водоросли, обладающие биологической ценностью. В числе биологически активных компонентов водорослей был выявлен сульфатированный гетерополисахарид сложной структуры – фукоидан, основным звеном в его структуре является L-фукоза. Фукоидан является поливалентным (многофункциональным) биомодулятором, доказаны его иммуномодулирующие, противовирусные, антибактериальные и противоопухолевые свойства. Полисахарид фукоидан как биологически активное вещество был изучен такими учеными, как А. М. Урванцева, И. Ю. Бакунина, Н. Ю. Ким, В. В. Исаков, В. П. Глазунов, Т. Н. Звягинцева, Т. Kawashima, К. Murakami, I. Nishimura, Т. Nakano, А. Obata, Т. Masatoshi, М. Hiroko, Т. Sakai и др.

Значительный вклад в сущность процессов электрофизического воздействия, их применимость в технологиях пищевых производств внесли отечественные и зарубежные ученые: Н. А. Тихомирова, И. А. Рогов, О. Н. Красуля, В. Н. Хмелев, И. Ю. Потороко, С. Д. Шестаков, Л. Бергман, М. Ashokkumar, Т. Maison, J. Suslik, J. Chandrapal, С. Oliver, S. Kentish и др. В их работах доказаны эффекты влияния ультразвукового воздействия (УЗВ) на изменение вязкости среды, микробной активности (ускорение или замедление процессов метаболизма в микробных клетках), активности ферментов (регулирование ферментных процессов) и другие процессы.

На сегодняшний день в научно-технической литературе практически отсутствуют сведения о возможности применения дуального подхода в технологиях йогуртов, основанного на комбинации обогащения пищевым ингредиентом фукоиданом (ПИФ), продуктом переработки бурых водорослей и метода УЗВ для микронизации дисперсной системы сырьевых компонентов. В связи с этим исследование возможностей комбинирования процессов обогащения и УЗВ микронизации как в отдельности, так и в сочетании, и их влияние на качество йогуртов являются актуальными.

Работа проводилась в рамках программы Правительства РФ (постановление № 211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.А03.21.0011, и при финансовой поддержке государственного задания № 40.8095.2017/БЧ (2017123-ГЗ).

**Цель работы** – формирование качества йогуртов на основе дуального подхода с использованием растительного пищевого ингредиента фукоидана и процесса ультразвуковой микронизации.

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

– провести анализ регионального рынка кисломолочных продуктов и установить приоритетные требования потребителей к йогуртам для обоснования направлений исследований;

– исследовать факторы, определяющие качество и потребительские свойства йогуртов, и установить необходимость их коррекции (на примере продукции, реализуемой в Курганской и Челябинской областях Уральского региона);

– обосновать эффективность применения ультразвукового воздействия для процесса восстановления сухого обезжиренного молока и микронизации фукоидана, используемых в производстве йогуртов;

– разработать рецептуру и технологию производства йогуртов на основе дуального подхода;

– провести комплексную товароведную оценку качества и безопасности свежеработанных йогуртов.

**Научная новизна.** Диссертационная работа содержит элементы научной новизны в рамках п. 2, 4, 5 Паспорта специальности 05.18.15:

– впервые экспериментально подтверждена целесообразность применения дуального подхода в технологии йогуртов на основе сочетания ультразвукового воздействия и обогащения растительным пищевым ингредиентом фукоиданом, позволяющего интенсифицировать накопление биоактивных веществ и обеспечить стабильность функциональных свойств продукта на всех этапах товародвижения (п. 4 и 5 Паспорта специальности 05.18.15);

– теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения ультразвукового воздействия в режиме 240 Вт/л в течение 3 минут при восстановлении сухого молочного сырья в технологии йогуртов для оптимизации дисперсного состава молочной системы на этапе подготовки сырья и упрочнения молочного сгустка (п. 2 и 4 Паспорта специальности 05.18.15);

– впервые осуществлена ультразвуковая микронизация пищевого ингредиента фукоидана, что обеспечило снижение размера частиц в 16...58 раз (от 28,5 мкм до 1758...489 нм). Подтверждена эффективность его применения в технологии йогуртов для обеспечения ферментативной активности заквасочной микрофлоры (п. 2 Паспорта специальности 05.18.15);

– получены новые данные влияния дуального подхода на антиоксидантную активность и накопление экзополисахарида (ЭПС) кефирана в йогуртах. При данном подходе массовая доля ЭПС кефирана увеличивается на 60 %, антиоксидантная активность достигает 299,2 мг АК/100 г продукта, что на 45 % больше по сравнению с контролем (п. 4 Паспорта специальности 05.18.15).

**Теоретическая и практическая значимость работы** заключается в обосновании использования предложенного дуального подхода в техно-

логии производства йогуртов на основе сочетания ультразвуковой обработки и внесения пищевого ингредиента фукоидана (ПИФ) на этапах восстановления сухого обезжиренного молока. Предложенный способ производства йогуртов апробирован в условиях действующего предприятия – ООО «Молоко Зауралья», г. Курган.

Разработанный подход может быть рекомендован для предприятий различной мощности и форм собственности, производящих молочную продукцию.

По данной технологии получено два патента: № 2630623 «Способ производства йогуртового продукта с повышенным содержанием полисахарида кефиран», № 2665786 «Способ производства йогуртового напитка с добавлением фукоидана».

Результаты диссертационной работы представлены на конкурсах, отмечены дипломами и медалями:

– VII Межрегиональная агропромышленная выставка УрФО, диплом II степени, серебряная медаль (г. Курган, 2016 г.);

– XXIV Областная агропромышленная выставка «АГРО-2017», диплом I степени, золотая медаль (г. Челябинск, 2017 г.);

– XIX Российская агропромышленная выставка «ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2017», диплом I степени, золотая медаль (г. Москва, 2017 г.);

– V Международная конференция в области товароведения и экспертизы «Проблемы интенсификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров», диплом II степени (г. Курск, 2017 г.);

– Международный стартап-фестиваль кулинарного искусства «Национальная кухня: вчера, сегодня, завтра», диплом I степени (г. Могилев, Белоруссия, 2018 г.);

– победитель конкурса «УМНИК» 2018 г.

Результаты работы нашли применение в учебном процессе кафедры пищевых и биотехнологий ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», используются при подготовке бакалавров по направлениям подготовки 38.03.07 «Товароведение», 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения» и магистров по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология».

**Методология и методы исследования.** Методологической основой диссертации являются труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам использования ультразвуковой кавитации в обработке пищевых сред, а также применения биологически активных веществ в производстве кисломолочной продукции для повышения ее физиологической ценности. Для решения поставленных задач применялись общенаучные и специальные методы исследований. Исследования проводились в трех-пятикратной повторности.

### **Положения, выносимые на защиту:**

- результаты анализа рынка кисломолочной продукции и структуры потребительских предпочтений в данной группе товаров;
- результаты исследования факторов, определяющих качество йогуртов, производимых предприятиями Уральского региона;
- экспериментальное обоснование возможности использования ультразвуковых воздействий в сочетании с ПИФ для улучшения потребительских и функциональных свойств йогуртов;
- результаты товароведной характеристики и оценки сохраняемости йогуртов, полученных на основе дуального подхода.

Степень достоверности и апробация результатов. Степень достоверности результатов определяется большим объемом экспериментальных данных, обработанных методами расчета статистической достоверности измерений с использованием серии компьютерных программ.

**Основные положения и результаты работы** докладывались на конференциях, форумах и выставках: Уральский продовольственный форум «УРОЖАЙ-2016 АГРОПРОДЭКСПО» (Челябинск, 2016); Российская агропромышленная выставка «Золотая осень» (Москва, 2016); Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции» (Курган, 2017); V Международная конференция в области товароведения и экспертизы товаров «Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров» (Курск, 2017); 71-я студенческая научная конференция (Челябинск, 2018).

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 16 научных работ, из них 6 в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК РФ, 1 публикация в издании, индексируемом в Международной базе Web of Science, получено два патента.

**Структура и объем диссертационной работы.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, в том числе аналитического обзора научно-технической литературы, методической части, результатов исследования и их анализа, заключения, списка сокращений, списка литературы и 6 приложений. Основное содержание изложено на 135 страницах печатного текста и включает 28 таблиц и 36 рисунков. Список литературы включает 264 информационных источника, из них 130 – зарубежных авторов.

## **СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ**

Во **введении** содержится обоснование актуальности темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, изложена научная новизна и практическая значимость диссертационной работы.

В **главе 1** представлен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы, посвященной изучению функциональных свойств кисломолочных продуктов, подходов и методов их модификации. Пред-

ставлены современные методы физического, электрофизического и биохимического воздействия в технологиях молочных продуктов. Проанализированы и обобщены сведения по микро- и макроструктуре молочной матрицы, ее влиянию на метаболический отклик после потребления.

В главе 2 дано описание организации работы, объектов и методов исследования, приведена общая схема проведения исследований (рисунок 1).

Объектами на разных этапах работы являлись: молоко цельное (массовая доля жира  $(3 \pm 0,5) \%$ ), молоко обезжиренное (массовая доля жира 1,0 %), молоко сухое обезжиренное ООО «Молоко Зауралья»; биоюгурт «Бифилайф»; йогурт молочный со злаками ОАО «Консум»; йогурт, г. Копейск; йогурт «Малао»; йогурт «Из Талицы»; йогурт «Молоко Зауралья» (ваниль); йогурт «Молоко Зауралья» (банан); вода водопроводная (СанПиН 2.1.4.1074-01); закваска прямого внесения LYOBAC YOYO 82Q (*Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*); йогурты, произведенные по предложенной технологии.

В качестве обогащающего пищевого ингредиента использовали фукоидан «Фуколам-С-сырье» (ТУ 9284-067-02698170-2010). ПИФ использовали нативный и микронизированный ультразвуком.

Определение показателей качества и оценку потребительских свойств йогуртов, полученных на основе дуального подхода, проводили согласно действующей нормативной документации.

В главе 3 на первом этапе проводили анализ рынка кисломолочной продукции и структуры потребительских предпочтений в данной группе товаров. В выборку для исследования попали предприятия разных розничных торговых сетей (ТС «Ашан», ТС «Лента», ТС «SPAR», ТС «Магнит», ТС «Монетка», ТС «МетроПолис», ТС «Пятерочка») Курганской и Челябинской областей. По результатам исследования показано, что в предприятиях крупных торговых сетей количество товарных позиций в группе «Молоко и молочные продукты» составляет в среднем более 300, около половины приходится на такие товарные категории, как йогурты (около 25 %), кисломолочные напитки (около 30 %), десерты (около 45 %). Ассортимент йогуртов, реализуемых в торговых сетях, структурирован по массовой доле жира: обезжиренные (до 0,5 %) и йогурты с массовой долей жира от 0,5 до 10 %. Около 20 % ассортиментных позиций приходится на обезжиренный йогурт, большая часть (около 67 %) – йогурты с массовой долей жира 2,5 %. Основной объем йогуртов, обогащенных функциональными ингредиентами, в том числе комплексом микроорганизмов, составляет 10 %. Кроме того, такие йогурты представлены в ассортиментной линейке наравне с традиционными.

Для установления потребительских предпочтений в отношении йогуртов был проведен социологический опрос населения Курганской и Челябинской областей в виде анкетирования.





Рисунок 1 – Общая схема проведения исследования

Анализ результатов показал, что большинство потребителей покупают кисломолочную продукцию несколько раз в неделю и чаще всего отдают предпочтение традиционным видам – кефиру и йогурту (30 % и 27 % соответственно). При выборе продукции (рисунок 2) потребитель ориентируется в первую очередь (первые три позиции) на сроки хранения, состав и полезность; в наибольшей степени не удовлетворен составом продукта (19 %), качеством и полнотой информации (16,7...14,3 %).



| Показатель    | Степень важности |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|
|               | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Срок хранения | ■                |   |   |   |   |   |   |   |
| Состав        |                  | ■ |   |   |   |   |   |   |
| Цена          |                  | ■ |   |   |   |   |   |   |
| Полезность    |                  |   | ■ |   |   |   |   |   |
| Калорийность  |                  |   | ■ |   |   |   |   |   |
| Вкус          |                  |   |   | ■ |   |   |   |   |
| Наполнители   |                  |   |   |   | ■ |   |   |   |
| Марка         |                  |   |   |   |   | ■ |   |   |
| Внешний вид   |                  |   |   |   |   |   | ■ |   |
| Упаковка      |                  |   |   |   |   |   |   | ■ |

а

б

Рисунок 2 – Оценка потребителей в отношении номенклатуры характеристик качества йогуртов:

а – неудовлетворенность; б – ранжирование по значимости

На вопрос в части приоритета выбора йогуртов с учетом массовой доли жира были получены следующие результаты: маложирные йогурты (м. д. ж. до 1,5 %) предпочитают 28 % респондентов, йогурты с м. д. ж. 2,5–3,2 % – 47 %. Остальные респонденты не обращают внимания на содержание жира в йогуртах, так как основным критерием выбора для них является вкус и присутствие функциональных наполнителей.

Таким образом, результаты исследований подтверждают целесообразность исследования качества йогуртов разных производителей, установления отклонений и поиска новых подходов для их устранения в целях улучшения потребительских свойств йогуртов.

**Глава 4** содержит обоснование модификации технологических процессов производства йогуртов в целях повышения их потребительских свойств. В соответствии с поставленными задачами были проведены следующие исследования:

– товароведная оценка качества йогуртовой продукции, произведенной и реализуемой в розничной сети Курганской и Челябинской областей.

В выборку попали йогурты «Молоко Зауралья» (г. Курган), йогурт «Из Талицы» (Свердловская область), био йогурт «Из Чебаркуля», йогурт (г. Копейск), йогурт молочный «Со злаками» (г. Трехгорный);

– оценка факторов, формирующих качество йогуртов, включающая исследования молочного сырья и йогуртовой закваски прямого внесения, используемой на предприятии ООО «Молоко Зауралья».

В результате исследований качества йогуртов, реализуемых на потребительском рынке, установили их неоднородность по органолептическим и физико-химическим показателям. Состав молочной основы, как правило, формируется на основе цельного молока (МЦ), молока обезжиренного (ОМ) и сухого обезжиренного молока (СОМ). Были выявлены отклонения в части состава молочнокислых микроорганизмов. Так, в составе йогуртов в основном визуализируются моно-, дипло- и стрептококковые формы рода *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar.* В йогурте с ароматизатором земляники (г. Копейск) и в йогурте «Из Талицы» выявлено наличие единичных экземпляров *Lactococcus delbrueckii ssp. bulgaricus*. Однако общее количество КОЕ/г соответствует заявленному на маркировке образцов йогуртов. Показатели функциональности йогуртов, в частности АОА, имеют большой диапазон колебаний: от  $(35,1 \pm 0,02)$  до  $(130,3 \pm 0,03)$  мг АК/100 г продукта, а массовая доля ЭПС кефирана в йогуртах варьирует в диапазоне от 60 до 170 мкг/г продукта, что ставит под сомнение заявленную полезность продуктов.

Выявленные отклонения качества йогуртов послужили основанием для детального изучения влияния сырья (молочной основы, заквасочной микрофлоры) на формирование их потребительских свойств.

Для оценки молочной основы как фактора качества йогуртов были сформированы три модельные комбинации молочного сырья (МЦ + СОМ; МЦ + МО; МЦ + МО + СОМ), включающие три компонента: МЦ с массовой долей жира  $(3 \pm 0,5)$  %, МО с массовой долей жира 0,5 % и СОМ, используемые ООО «Молоко Зауралья» (Курганская область).

Исследование дисперсного состава молочных комбинаций показало значительную разнородность по размерности частиц: МЦ – от 991 (4 %) до 182,6 (96 %) нм; ОМ – от 3260 (5,7 %) до 292,3 (70,2 %) нм; СОМ – от 337 (44,2 %) до 191,8 (55,8 %) нм; МЦ + МО – от 1743 (48 %) до 65,8 (3,2 %) нм; МЦ + МО + СОМ – от 2011 (13,1 %) до 280,7 (86,9 %) нм. В целях достижения оптимальной дисперсности смесей для восстановления СОМ был применен метод ультразвукового воздействия. Ультразвук генерировали аппаратом ультразвуковым технологическим «Волна», модель УЗТА-0,4/22-ОМ (частота колебаний  $(22 \pm 1,65)$  кГц, максимальная мощность 400 Вт).

Для установления рационального режима УЗВ были проведены рекогносцировочные исследования. Основными параметрами оценки эффективности процесса восстановления (рисунок 3) с применением УЗВ в разных режимах выступали: СОМО, %; массовая доля белка, %; массовая доля

лактозы, %. В качестве контроля были использованы образцы, восстановленные по традиционной технологии.

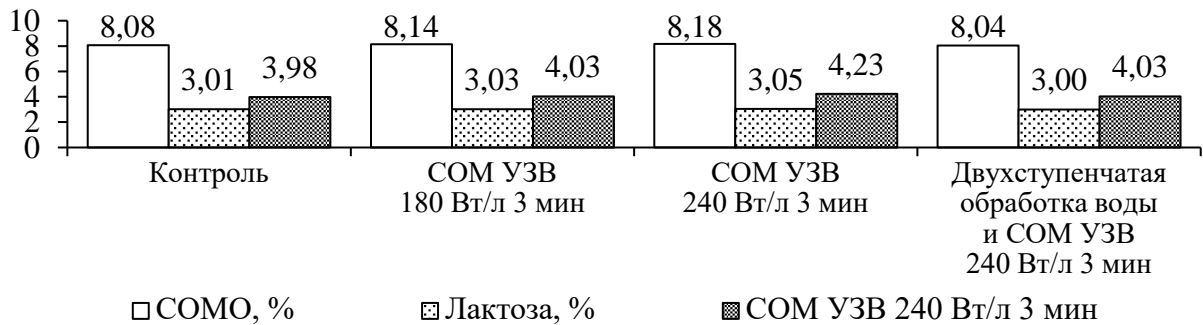


Рисунок 3 – Соотношение показателей СОМО, массовой доли белка и массовой доли лактозы в образцах восстановленного молока, %

Для установления наиболее рационального режима УЗВ была применена методика центрального композиционного планирования, основанная на двухфакторном анализе. Наиболее эффективным режимом УЗВ для восстановления СОМО является 240 Вт/л в течение 3 минут (с учетом возможностей прибора).

Применение УЗВ для восстановления СОМО (далее СОМО<sub>УЗВ</sub>) при формировании молочной композиции МЦ + МО + СОМО<sub>УЗВ</sub> показало, что дисперсный состав молочной системы значительно меняется. Так, в молочной композиции, полученной по традиционной технологии (рисунок 4а), преобладают частицы в размерном диапазоне 2011...280,7 нм, в то время как при использовании УЗВ модификации (рисунок 4б) процесса восстановления размеры частиц находятся в диапазоне 1523...369 нм. Данный режим УЗВ был использован на этапе подготовки молочной композиции сырьем до процесса ферментации для получения йогурта.

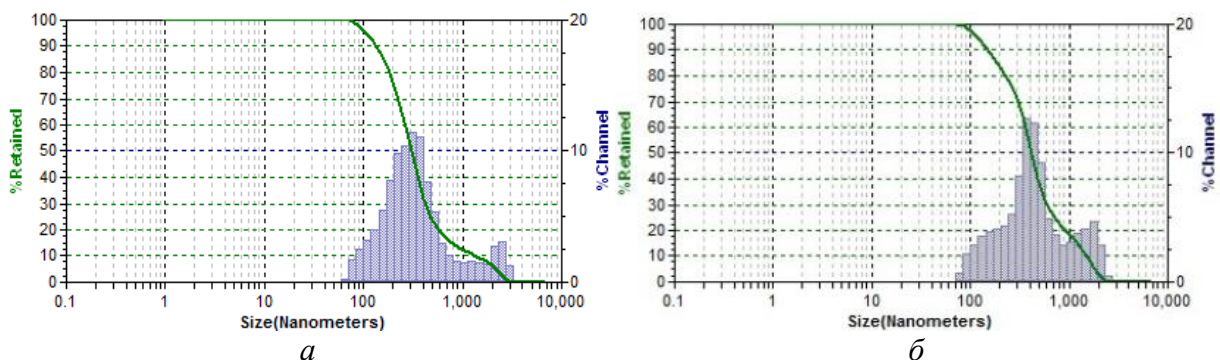


Рисунок 4 – Совокупные кривые распределения частиц в образцах молочных композиций, полученных при использовании разных технологий: а – традиционные; б – модифицированные

В рамках данного раздела было проведено исследование закваски прямого внесения LYOVAC YOYO 82Q. Согласно спецификации в состав закваски входят *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

При идентификации методом MALDI TOF MS на среде MRS агар (Merck) анаэробно идентифицированы *Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis*, лучший коэффициент совпадения – 1,945 (A1–A4). Количество КОЕ в 1 г готового продукта –  $2,8 \cdot 10^7$ . На среде M-17 агар (Merck) аэробно идентифицированы *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, лучший коэффициент совпадения – 2,008 (A5–A9). Количество КОЕ в 1 г готового продукта –  $2,6 \cdot 10^8$ . Таким образом, производственная закваска прямого внесения LYOVAC YOYO 82Q, используемая в ООО «Молоко Зауралья» (Курганская область) полностью соответствует заявленным характеристикам.

Пробы йогуртов, полученные на основе  $COM_{узв}$  с применением закваски LYOVAC YOYO 82Q, выработанные по ТУ 9222-001-00419785, имели плотный сгусток, малозначительное отделение сыворотки, массовая доля ЭПС кефирана составляла  $(170 \pm 0,6) \dots (180 \pm 0,4)$  мкг/г, что в целом доказывает благотворное влияние на потребительские свойства готового продукта.

Однако массовая доля сухих веществ несколько ниже регламентируемых значений  $(9,5 \pm 0,2)$  % и требует корректировки, поэтому на следующем этапе было проведено исследование возможности обогащения молочной среды пищевым ингредиентом фукоиданом<sup>1</sup>.

**Глава 5** содержит результаты исследования дуального влияния растительного ПИФ и УЗВ, используемых на этапе подготовки молочного сырья до внесения заквасочной микрофлоры в технологии йогуртов.

Пищевой ингредиент фукоидан является гетерополисахаридом сложной структуры, а размеры частиц порошка при его растворении в среднем составляют  $(28,5 \pm 2,5)$  мкм, что определяет его низкую биодоступность для лактобактерий. Для решения данной проблемы был применен метод ультразвуковой микронизации ПИФ (далее ПИФ<sub>узв</sub>). В целях унификации технологического процесса микронизация ПИФ проводилась в режиме 240 Вт/л в течение 3 минут, наблюдалось (рисунок 5) тонкое диспергирование частиц до размерного ряда до 1758...489 нм и активное развитие *Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis*.

---

<sup>1</sup> Пищевой ингредиент фукоидан, «Фуколам-С-сырье» (ТУ 9284-067-02698170-2010), разработанный учеными лаборатории химии ферментов Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН по оригинальной технологии, защищенной патентом (пат. № 2315487).

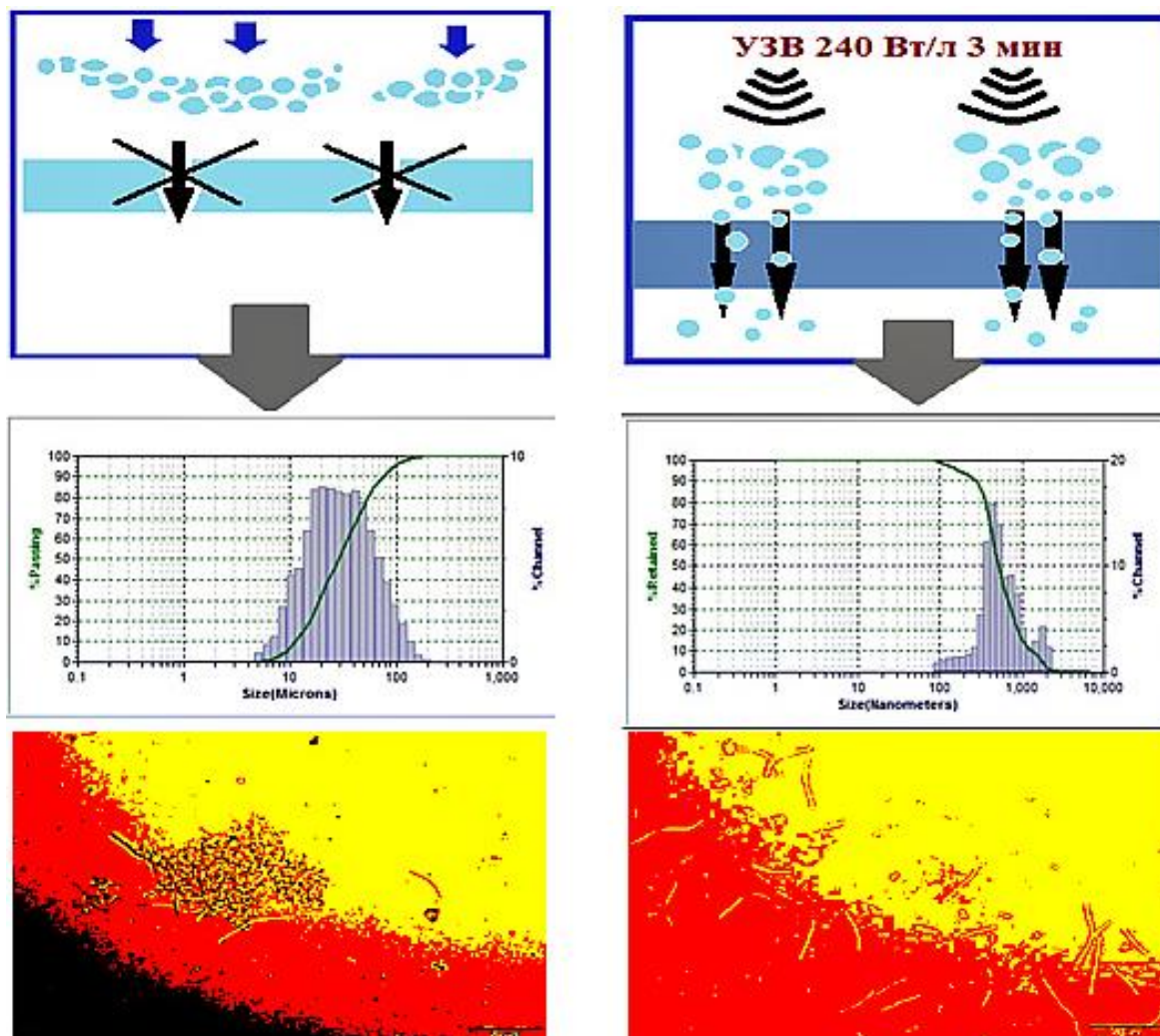


Рисунок 5 – Влияние УЗВ на изменение структуры ПИФ

Для оценки эффективности данного подхода сочетания ПИФ и УЗВ в технологии йогуртов были изготовлены опытные образцы. Для обогащения молочной системы ПИФ<sub>узв</sub> вносился в количестве 0,02 % к массе, которое было установлено в процессе прогностических исследований для активации заквасочной микрофлоры.

Результаты оценки внешнего вида ферментированных сгустков йогуртов показали, что дуальное сочетание УЗВ и ПИФ на этапе подготовки молочного сырья улучшает их внешний вид и структуру.

Сопоставление изменений значений показателей рН и титруемой кислотности (рисунок 6) показало, что различие наблюдается через 2 часа после заквашивания и нарастает с разной интенсивностью. Достаточная сформированность сгустка наблюдается по истечении 6 часов при значении титруемой кислотности от  $(63 \pm 1,2)$  до  $(66 \pm 1,4)$  °Т, что, возможно, обусловлено проявлением действия цитратного и лактатного буфера, которые предотвращают избыточное нарастание кислотности.

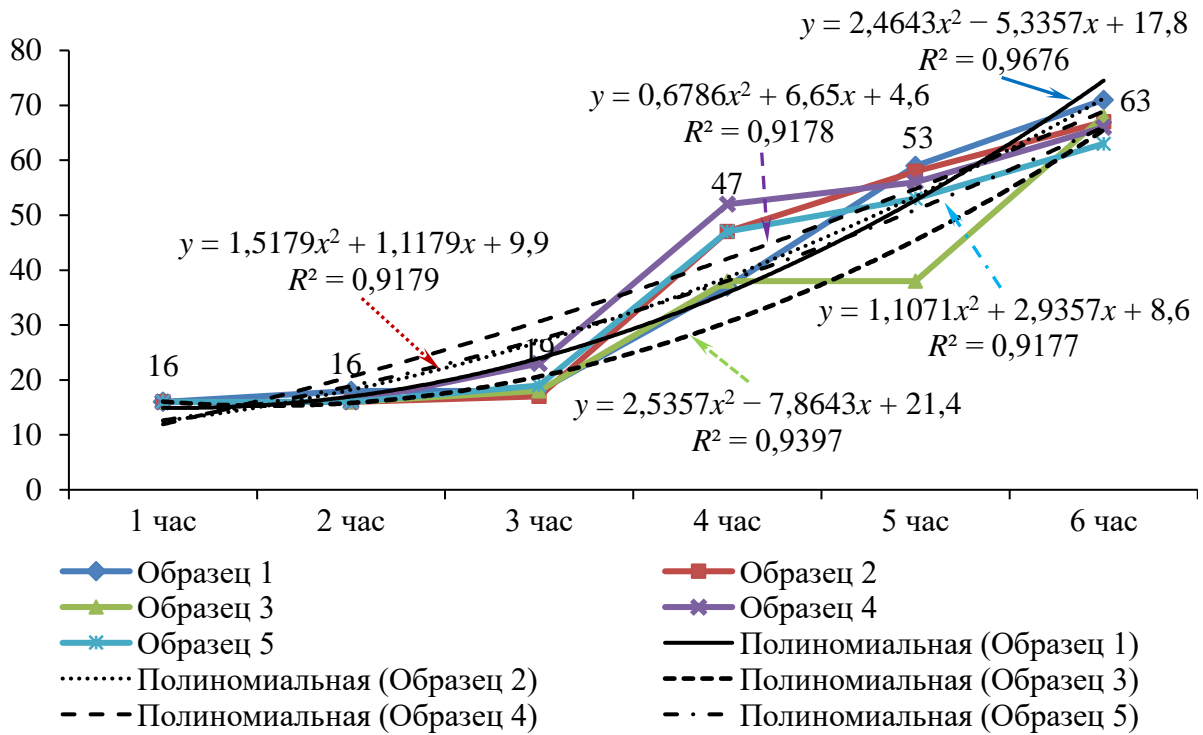


Рисунок 6 – Изменение титруемой кислотности в образцах йогуртов, °Т

Применение  $SOM_{узв}$  дает снижение вязкости на  $(1,9 \pm 0,08)$  мПа·с по сравнению с контролем, при обогащении молочной среды ПИФ<sub>узв</sub> вязкость достигает  $(10 \pm 0,75)$  мПа·с (рисунок 7). Однако синергетические свойства сгустков различаются, но при дуальном сочетании  $SOM_{узв}$  и ПИФ<sub>узв</sub> белковый сгусток достаточно прочно удерживает сыворотку – отделение составляет  $(45 \pm 1,5)$  см<sup>3</sup>, что на 20 % меньше, чем в контроле.

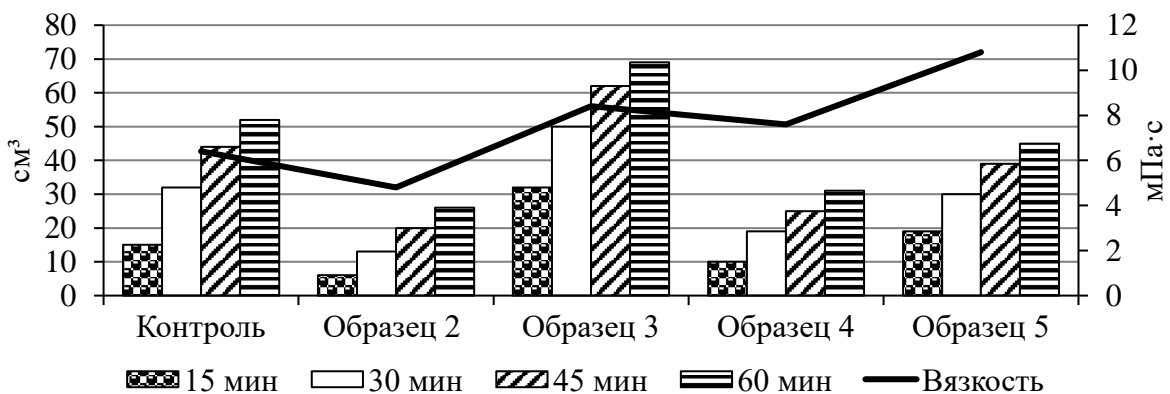


Рисунок 7 – Количество отделившейся сыворотки (см<sup>3</sup>) в сопоставлении с показателем вязкости йогуртов, мПа·с

Эффективность применения дуального подхода доказывают результаты оценки количественного и качественного состава молочнокислых бактерий в йогуртовых продуктах (таблицы 1, 2). На основании полученных результатов можно утверждать, что комплексное использование УЗВ для

восстановления СОМ и микронизации ПИФ позволяет сформировать характерную для йогурта микрофлору в достаточно высоком количестве, включающую *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* (до  $5,4 \cdot 10^8$  КОЕ/г) и *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (до  $4,4 \cdot 10^7$  КОЕ/г).

Таблица 1 – Результаты исследования количества молочнокислых микроорганизмов в йогуртах, КОЕ/г

| Наименование культуры                             | Количество КОЕ молочнокислых микроорганизмов в 1 г готового продукта |                  |                  |                  |                  |
|---|--|------------------|------------------|------------------|------------------|
|   | Контроль   | Образец 2        | Образец 3        | Образец 4        | Образец 5        |
| <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. lactis</i>      | $2,8 \cdot 10^7$   | $2,9 \cdot 10^7$ | $3,0 \cdot 10^7$ | $4,4 \cdot 10^7$ | $3,4 \cdot 10^7$ |
| <i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i> | $2,6 \cdot 10^8$   | $2,1 \cdot 10^8$ | $2,8 \cdot 10^8$ | $5,4 \cdot 10^8$ | $3,3 \cdot 10^8$ |

Таблица 2 – Результаты идентификации методом MALDI TOF MS

| Наименование культуры                             | Скор     |           |           |           |           |
|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | Контроль | Образец 2 | Образец 3 | Образец 4 | Образец 5 |
| <i>Streptococcus salivarius ssp. thermophilus</i> | 2,008    | 2,010     | 2,009     | 2,054     | 2,029     |
| <i>Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus</i>  | 1,950    | 1,948     | 1,945     | 2,225     | 2,145     |

Активное развитие микрофлоры обуславливает увеличение массовой доли ЭПС кефирана на 45...60 % и АОА в среднем в два раза со значения ( $162 \pm 0,5$ ) до ( $299,2 \pm 0,5$ ) мг АК/100 г продукта.

На последнем этапе были проведены исследования изменений качества и потребительских свойств йогуртов, произведенных на основе дуального подхода в условиях предприятия ООО «Молоко Зауралья». Хранение образцов осуществляли в режиме ( $4 \pm 2$ ) °С при относительной влажности 80 %. Исследования проводили в течение 7 суток, с учетом установленного срока хранения не более 5 суток (МУК 4.2.1847-04 п. 2).

В ходе исследований установлено, что на третьи и пятые сутки хранения йогуртов, обогащенных ПИФ<sub>узв</sub>, видимых изменений органолептических показателей не наблюдается, в то время как в контрольном образце отмечалось ухудшение консистенции, сгусток был рыхлым, с некоторым отделением сыворотки. Повышение титруемой кислотности протекало в пропорциональной зависимости со скоростью развития микроорганизмов заквасочной культуры. В йогуртах с применением ПИФ<sub>узв</sub> и СОМ<sub>узв</sub> установлена высокая АОА – на 136,7 мг АК/100 г продукта больше, чем в контроле. Заквасочная культура в условиях дуального воздействия активно продуцирует экзополисахарид кефиран, его количество увеличивается до ( $299,2 \pm 0,3$ ) мкг/г.

Оценка безопасности образцов йогуртов проводилась с учетом показателя степени токсичности, которую определяли по выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum* через 2 часа экспозиции в вытяжке исследуемого продукта. Данные таблицы 3 показывают, что образцы йогурта нетоксичны.



Таблица 3 – Установление степени токсичности йогуртов на основе выживаемости инфузорий *Paramecium caudatum*

| Образец  | Средняя выживаемость, % | Степень токсичности |
|--|-------------------------|---------------------|
| При закладке на хранение   |                         |                     |
| Йогурт (контроль)  | 94,4                    | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 1*)   | 94,8                    | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 2*)   | 108,9                   | Нетоксичный         |
| На третьи сутки хранения   |                         |                     |
| Йогурт (контроль)  | 129,2                   | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 1)  | 125,5                   | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 2)  | 143,0                   | Нетоксичный         |
| На пятые сутки хранения  |                         |                     |
| Йогурт (контроль)  | 107,5                   | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 1)  | 104,0                   | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 2)  | 111,7                   | Нетоксичный         |
| На седьмые сутки хранения  |                         |                     |
| Йогурт (контроль)  | 105,7                   | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 1)  | 104,2                   | Нетоксичный         |
| Йогурт (технология 2)  | 107,0                   | Нетоксичный         |
| Примечание. * Технология 1 – на основе СОМ <sub>уэв</sub> и с внесением микронизированного ПИФ; технология 2 – на основе СОМ <sub>уэв</sub> и с внесением ПИФ. |                         |                     |

Результаты исследования микробиологических и показателей безопасности свежесделанных образцов йогурта свидетельствуют о том, что все исследуемые образцы соответствуют нормативным требованиям СанПиН 2.3.2.1078-01, ТР ТС 021/2011 и являются безопасными. К концу срока хранения значения показателя КМАФАнМ сохраняются на уровне стандарта, БГКП отсутствовали во всех образцах йогурта.

Результаты комплексной товароведной оценки качества йогуртов на основе применения метода комплексной оценки представлены в таблице 4.

Из совокупности показателей, используемых для оценки качества йогуртовых продуктов, полученных по предложенным технологиям, были сформированы следующие группы:

- 1) показатели органолептической оценки (потребительские свойства);
- 2) показатели оценки функциональной полноценности;
- 3) показатели оценки стабильности свойств в период хранения.

Наивысшее значение (1,3512) комплексного показателя имел образец йогурта обогащенного, произведенного по технологии 1, при контрольном значении 1,0706, что на 26 % выше контроля. Высокое значение комплексного показателя было отмечено и для образца йогурта, произведенного по технологии 2. Йогурты, произведенные на основе предложенных технологий, в большей мере отличались от контрольной партии в группе показателей функциональной полноценности в среднем в 2–3 раза.

Таблица 4 – Результаты комплексной товароведной оценки качества йогурта

| Показатель качества  | К <sub>весомости</sub> | Эталон | Характеристика продукта |                          |                          |
|--|------------------------|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  |                        |        | Йогурт<br>(контроль)    | Йогурт<br>(технология 1) | Йогурт<br>(технология 2) |
| Органолептическая оценка:  | 0,5                    |        |                         |                          |                          |
| Внешний вид и консистенция   | 0,5                    | 5      | 4,6                     | 4,9                      | 4,8                      |
| $P_n/P_{эт}$ внешний вид и консистенция                            |                        |        | 0,92                    | 0,98                     | 0,96                     |
| Запах и вкус   | 0,3                    | 5      | 4,2                     | 4,5                      | 4,3                      |
| $P_n/P_{эт}$ запах и вкус  |                        |        | 0,84                    | 0,9                      | 0,86                     |
| Цвет   | 0,2                    | 5      | 4,8                     | 5                        | 4,9                      |
| $P_n/P_{эт}$ цвет  |                        |        | 0,96                    | 1                        | 0,98                     |
| <i>Итого по группе</i>   |                        |        | <i>0,452</i>            | <i>0,480</i>             | <i>0,467</i>             |
| Оценка функциональной полноценности:                               | 0,45                   |        |                         |                          |                          |
| Массовая доля кефирана, мкг/г                                      | 0,4                    | 150    | 165,375                 | 271,8                    | 274,8                    |
| $P_n/P_{эт}$ м. д. кефирана  |                        |        | 1,1                     | 1,81                     | 1,83                     |
| Антиоксидантная активность, мг аскорбиновой кислоты на мл продукта | 0,4                    | 160    | 162,52                  | 299,2                    | 253,1                    |
| $P_n/P_{эт}$ антиоксидантная активность                            |                        |        | 1,02                    | 1,87                     | 1,58                     |
| <i>Итого по группе</i>   |                        |        | <i>0,3816</i>           | <i>0,6624</i>            | <i>0,6138</i>            |
| Оценка стабильности свойств:                                       | 0,4                    |        |                         |                          |                          |
| Органолептическая оценка, балл                                     | 0,3                    | 5      | 4,5                     | 4,8                      | 4,67                     |
| $P_n/P_{эт}$ органолептическая оценка                              |                        |        | 0,9                     | 0,96                     | 0,94                     |
| Титруемая кислотность, °Т  | 0,23                   | 75–140 | 87                      | 110                      | 110                      |
| $P_n/P_{эт}$ титруемая кислотность                                 |                        |        | 0,62                    | 0,47                     | 0,78                     |
| Синерезис, см <sup>3</sup> в час                                   | 0,3                    | 66     | 40                      | 28                       | 29                       |
| $P_n/P_{эт}$ синерезис   |                        |        | 0,6                     | 0,42                     | 0,44                     |
| <i>Итого по группе</i>   |                        |        | <i>0,2370</i>           | <i>0,2088</i>            | <i>0,2374</i>            |
| <b>Комплексный показатель</b>                                      |                        |        | <b>1,0706</b>           | <b>1,3512</b>            | <b>1,3182</b>            |

По результатам исследования показателей качества йогуртов с использованием растительного ПИФ<sub>узв</sub> был установлен срок хранения 7 суток при температуре  $(4 \pm 2)$  °С. При этом разработанные продукты превосходят по качеству и потребительским свойствам йогурты, реализуемые в торговой сети, за счет сочетания использования ПИФ<sub>узв</sub> и УЗВ при восстановлении СОМ.

Таким образом, по совокупности проведенных исследований в качестве наиболее рационального был определен дуальный подход, основанный на ультразвуковой микронизации механической смеси воды и ПИФ. Технологическая схема процесса производства представлена на рисунке 8.

В производственных условиях ООО «Молоко Зауралья» была воспроизведена технология производства йогуртов с м. д. ж. 0,5 % с применением дуального подхода на основе ультразвуковой микронизации механической смеси воды и ПИФ.

| Технологический процесс  | Параметры и показатели  |
|--|---|
| <b>Приемка</b>   |   |
| Молоко сухое обезжиренное  | В соответствии с ГОСТ 4495, ГОСТ 10970, ГОСТ Р 53948  |
| Закваска, бакконцентрат, бакконцентрат бифидобактерий, биомасса  | В соответствии с ТУ 9229-369-00419785, спецификацией, инструкцией по приготовлению и применению заквасок и бакконцентратов для кисломолочных продуктов на предприятиях молочной промышленности                                  |
| Пищевой ингредиент фукоидан (ПИФ)                                | «Фуколам-С-сырье» (ТУ 9284-067-02698170-2010), Лаборатория химии ферментов Тихоокеанского института биоорганической химии (ТИБОХ) ДВО РАН   |
| <b>Подготовка сырья</b>  |   |
| <b>Водоподготовка и внесение ПИФ</b>                             | Обработка воды и ПИФ (0,02 %) мощностью 240 Вт/л в течение 3 мин  |
| Ультразвуковой аппарат   |   |
| <b>Восстановление сухого молока</b>                              | $T_{\text{воды}} = 38-45 \text{ } ^\circ\text{C};$<br>$T_{\text{гомогенизации}} = (45 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C};$<br>$T_{\text{охлажд. молока}} = 4-6 \text{ } ^\circ\text{C};$<br>$t_{\text{выдержки}} = 1-1,5 \text{ ч}$ |
| Установка для растворения сухого молока, резервуар, насос        |   |
| <b>Приготовление нормализованной смеси, очистка (фильтрация)</b> | М. д. ж., м. д. сахарозы (общего сахара), СОМО, белка   |
| <b>Подогрев, гомогенизация</b>                                   | $T = \text{от } 45 \text{ } ^\circ\text{C};$<br>$P = (15 \pm 2,5) \text{ МПа}$  |
| Теплообменный аппарат, гомогенизатор                             |   |
| <b>Пастеризация</b>  | $T_{\text{п}} = (60 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C};$<br>$t_{\text{выд}} = 10-15 \text{ мин}$  |
| Теплообменный аппарат, резервуар                                 |   |
| <b>Охлаждение</b>  | $T = (40 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$  |
| Теплообменный аппарат, резервуар                                 |   |
| <b>Заквашивание, перемешивание</b>                               | $M_{\text{д. произ. зак}} = 5 \text{ } \%;$<br>$t_{\text{перемеш}} = 10-15 \text{ мин}$   |
| Резервуар с рубашкой и мешалкой                                  |   |
| <b>Термостатный способ производства</b>                          |   |
| <b>Розлив</b>  | $M_{\text{нетто}}, \text{ Г};$<br>$t < 40 \text{ мин}$  |
| Автомат для розлива  |   |
| <b>Скваживание</b>   | $T = (40 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C};$<br>$t_{\text{скв}} = 6 \text{ ч};$<br>$K \leq 75 \text{ } ^\circ\text{T}$   |
| Термостатная камера  |   |
| <b>Доохлаждение</b>  | $T = (4 \pm 2) \text{ } ^\circ\text{C}$   |
| Холодильная камера   |   |

Рисунок 8 – Разработанная технологическая схема процесса производства

Внедрение результатов данной диссертационной работы даст возможность выпускать новые виды йогуртов, расширить ассортимент продукции функционального и «здорового» питания, гарантировать заинтересованность потребителя в приобретении данной продукции, а значит, обеспечить предприятиям дополнительную годовую прибыль около 1,2 млн р.

В рамках дальнейших исследований планируется расширение ассортимента кисломолочной продукции, произведенной на основе применения дуального подхода в технологии, а также использование процесса сонохимической микронизации пищевых ингредиентов для обогащения продукта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведения диссертационного исследования были решены поставленные задачи, на основании чего сделаны следующие выводы:

1. Проведен анализ и получены результаты исследования рынка кисломолочных продуктов, реализуемых предприятиями розничной торговли Челябинской и Курганской областей. Показано, что ассортимент кисломолочных продуктов включает более 300 позиций, около 25 % из которых приходится на йогурты. Согласно маркировочным данным только 10 % йогуртов содержат в составе различные функциональные ингредиенты. При покупке йогуртов критериями выбора для потребителя являются вкус, натуральность и полезность. Продукция региональных производителей чаще всего не удовлетворяет требованиям потребителей по таким критериям, как состав продукта (19 %), качество и полнота информации на маркировке (16,7 %), а также вкус продукта и отсутствие функциональных наполнителей (14,3 %).

2. Исследованы качество и потребительские свойства йогуртов, реализуемых на потребительском рынке. В результате товароведной оценки йогуртов установлено, что в их составе содержатся цельное молоко и продукты вторичной переработки молока, в том числе сухое обезжиренное молоко, а также выявлена неоднородность по органолептическим и физико-химическим показателям. Микрофлора большинства йогуртов не содержит заявленных на маркировке *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, способных продуцировать функциональный компонент экзополисахарид кефиран. Определено, что количество экзополисахарида кефирана в исследуемых йогуртах варьируется в диапазоне от 60 до 170 мкг/г продукта, что ставит под сомнение полезность йогуртов и определяет необходимость установления факторов, требующих корректировки.

3. Обоснована эффективность применения ультразвукового воздействия на этапе подготовки сырья (сухое обезжиренное молоко и пищевой ингредиент фукоидан) в технологии йогуртов, математически обоснован режим УЗВ – 240 Вт/л в течение 3 минут. УЗВ при восстановлении сухого обезжиренного молока обеспечивает эффективный переход и оптимальное диспергирование макронутриентов (белок, жир) в молочной системе. Уль-

тразвуковая микронизация фукоидана в 16...58 раз (от 28,5 мкм до 1758...489 нм) обеспечивает максимальную ферментативную активность симбиотических йогуртовых культур *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*.

4. Изучено влияние дуального подхода в технологии йогуртов с м. д. ж. 0,5 % на основе сухого обезжиренного молока, построенного на сочетании УЗВ и обогащения ПИФ в разной последовательности операций. Определено, что наиболее эффективным является способ УЗВ на механическую смесь воды и ПИФ для восстановления сухого обезжиренного молока до внесения закваски. Йогурты, полученные по данной технологии, имели высокие оценки по органолептическим показателям и функциональным свойствам по сравнению с йогуртами, полученными по традиционной технологии. Микрофлора характерна для продукта и представлена *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus* (до  $5,4 \cdot 10^8$  КОЕ/г) и *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* (до  $4,4 \cdot 10^7$  КОЕ/г). Массовая доля ЭПС кефирана выше на 60 %, а антиоксидантная активность выше в два раза по сравнению с йогуртами, полученными по традиционной технологии.

На основе экспериментальных данных разработана технология производства йогуртов с применением дуального подхода, обеспечивающая сокращение технологического процесса на 2 часа.

5. Проведена комплексная товароведная оценка качества йогуртов, результаты которой указывают на эффективность применения в технологии йогуртов дуального подхода. Опытные образцы имели высокие значения комплексного показателя – 1,3512, что на 26 % выше по сравнению с контролем. Йогурты, произведенные на основе предложенных технологий, в большей мере отличались от контрольной партии в группе показателей функциональной полноценности в среднем на 61...74 %. Показатели антиоксидантной активности достигли значений  $(299 \pm 0,2)$  мг АК/100 г продукта, что на 45 % выше контроля; массовая доля экзополисахарида кефирана увеличилась на 60 %.

В процессе хранения йогурты, полученные по разработанной технологии, сохраняли высокие характеристики по органолептическим показателям и показателям безопасности, значения физико-химических показателей изменялись в допустимых пределах, что позволило пролонгировать сроки хранения на 48 часов.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

**Статьи в изданиях, входящих в Перечень  
ведущих рецензируемых научных изданий ВАК РФ**

1. **Ускова, Д. Г.** Инновационные подходы в формировании потребительских свойств восстановленных молочных продуктов на примере йогур-

тов / Д. Г. Ускова, Н. В. Попова, В. В. Ботвинникова // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 20–29.

2. **Ускова, Д. Г.** Формирование улучшенных потребительских свойств йогуртов на основе ультразвукового воздействия и использования полисахарида фукоидана / Д. Г. Ускова, И. Ю. Потороко, Н. В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 80–88.

3. Ботвинникова, В. В. Практические предпосылки модификации технологии кисломолочных напитков для формирования заданных функциональных свойств / В. В. Ботвинникова, **Д. Г. Ускова**, Н. В. Попова // Вестник ВГУИТ. – 2016. – № 4. – С. 172–180.

4. Потороко, И. Ю. Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов, их влияние на качество и сохраняемость продукции / И. Ю. Потороко, А. В. Паймулина, **Д. Г. Ускова**, И. В. Калинина, Н. В. Попова, Шириш Соनावейн // Вестник ВГУИТ. – 2017. – Т. 79, № 4. – С. 143–151.

5. Потороко, И. Ю. Использование ультразвуковой микронизации растительного ингредиента фукоидана для применения в технологиях пищевых производств / И. Ю. Потороко, **Д. Г. Ускова**, А. В. Паймулина, И. В. Удей Багале // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 58–70.

6. **Ускова, Д. Г.** Исследование хранимоспособности йогуртов, произведенных на основе сонохимически микронизированного фукоидана / Д. Г. Ускова, Н. В. Попова // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 23–22.

#### **Статьи в изданиях, индексируемых в международной базе данных Web of Science**

7. Potoroko, I. Yu. Sonochemical Micronization of Taxifolin Aimed at Improving Its Bioavailability in Drinks for Athletes / I. Yu. Potoroko, I. V. Kalinina, N. V. Naumenko, **D. G. Uskova** et al. // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – Т. 18, № 3. – С. 90–100.

#### **Авторские свидетельства и патенты РФ**

8. Патент на изобретение RUS 2630623 РФ Способ производства йогуртового продукта с повышенным содержанием полисахарида кефиран / **Ускова Дарья Геннадьевна** (RU), Потороко Ирина Юрьевна (RU), Ботвинникова Валентина Викторовна (RU), Калинина Ирина Валерьевна (RU), Казанцева Елена Евгеньевна (RU); заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»); заявл. от 14.11.2016; опубл. 11.09.2017.

9. Патент на изобретение RUS 2665786 РФ Способ производства йогуртового напитка с добавлением фукоидана / **Ускова Дарья Геннадьевна** (RU), Потороко Ирина Юрьевна (RU), Ботвинникова Валентина Викторовна (RU), Паймулина Анастасия Валериановна (RU); заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»); заявл. от 06.02.2017; опубл. 04.09.2018.

### Статьи и материалы в прочих изданиях

10. Красуля, О. Н. Влияние эффектов ультразвукового воздействия на активность заквасочных культур кисломолочных напитков / О. Н. Красуля, В. В. Ботвинникова, **Д. Г. Ускова** // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – Т. 4, № 1. – С. 71–79.

11. **Ускова, Д. Г.** Исследование влияния акустического воздействия ультразвука на формирование потребительских свойств йогуртов / И. Ю. Потороко, Д. Г. Ускова, В. В. Ботвинникова, И. В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2016. – Т. 4, № 3. – С. 13–21.

12. Потороко, И. Ю. Научные и практические аспекты технологий продуктов питания функциональной направленности / И. Ю. Потороко, А. В. Паймулина, **Д. Г. Ускова**, И. В. Калинина // Вестник ЮУрГУ. Сер.: Пищевые и биотехнологии. – 2018. – Т. 6, № 1. – С. 49–59.

13. **Ускова, Д. Г.** Обеспечение качества молочных продуктов, реализуемых в Курганской области на основе системы прослеживания / Д. Г. Ускова / Сборник работ 7-й научной конференции аспирантов и докторантов. – Челябинск : ЮУрГУ, 2015. – С. 282–292.

14. **Ускова, Д. Г.** Разработка технологии йогуртовых напитков функциональной направленности / Д. Г. Ускова, И. Ю. Потороко // Инновационные пути в разработке ресурсосберегающих технологий хранения и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (6 апреля 2017 г.). – Курган : Изд-во Курганской ГСХА, 2017. – С. 181–186.

15. **Ускова, Д. Г.** Разработка йогуртового продукта функционального действия на основе интенсификации процесса накопления кефирана / Д. Г. Ускова, И. Ю. Потороко // Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров : сб. ст. V Междунар. конф. в области товароведения и экспертизы товаров (10 ноября 2017 г.). – Курск : ЗАО «Университетская книга», 2017. – С. 316–318.

16. **Ускова, Д. Г.** Бентонит – природный сорбент для детоксикации молока / Д. Г. Ускова, И. Г. Усков // Advances in Agricultural and Biological Sciences. – 2016. – Vol. 2, no. 2. – P. 13–18.

Подписано в печать 00.00.2019.  
Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Таймс. Бумага офсетная. Печать плоская.  
Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ

Отпечатано с готового оригинал-макета в