

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата биологических наук, доцента Скорбиной Елены Александровны на диссертационную работу Костенко Елены Геннадьевны на тему: «Разработка технологии йогурта с использованием ультразвуковой обработки и мелассы молочной сухой с лактулозой», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы.

Актуальность темы

В настоящее время во всем мире наблюдается устойчивый рост интереса к разработке инновационных технологических решений, направленных на повышение эффективности традиционных способов производства кисломолочной продукции при сохранении и улучшении её потребительских характеристик. В данном контексте особую актуальность приобретают научные исследования, сфокусированные на интенсификации процесса ферментации молочного сырья.

Сокращение продолжительности стадии ферментации без ухудшения органолептических и физико-химических показателей готового продукта представляет собой одну из наиболее значимых технологических проблем. Её решение позволяет существенно снизить энергозатраты и оптимизировать использование производственных мощностей, что обуславливает приоритетность данной задачи в современных научно-прикладных изысканиях.

Одним из наиболее перспективных методов интенсификации различных биотехнологических процессов, в частности ферментации, является ультразвуковая обработка, которая уже продемонстрировала высокую эффективность для направленной модификации свойств различных пищевых систем, интенсификации физико-химических, биологических и биохимических процессов. Широкое внедрение данного метода в пищевой промышленности становится возможным благодаря появлению на рынке доступного, надежного и эффективного оборудования, позволяющего генерировать акустические колебания заданной частоты и интенсивности.

Актуальной является и задача рационального использования вторичных ресурсов молочной промышленности. Поиск технологических решений по переработке мелассы молочной, являющейся побочным продуктом производства лактозы, привел к созданию её сухого концентрата с лактулозой «ЛактуВет-1». Его использование в рецептуре кисломолочных продуктов открывает новые перспективы для расширения ассортимента функциональных продуктов питания с пребиотическими свойствами и реализации принципов устойчивого развития через использование вторичного сырья. В связи с этим несомненный интерес для науки и практики представляет изучение возможности применения ультразвуковой

обработки и мелассы молочной сухой с лактулозой в технологии производства йогурта.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Обоснованность и достоверность изложенных в работе научных положений и результатов подтверждается четко спланированной методологией, аргументированном выбором объектов и методов исследований, применением современной научно-методической и приборной базы, а также методов статистической обработки экспериментальных данных. Сделанные выводы и рекомендации согласуются с общепринятыми теоретическими представлениями и сведениями, представленными в литературных источниках. Полученные результаты обсуждены на различных международных и российских научных конференциях и достаточно широко представлены в периодических изданиях. По материалам диссертационной работы опубликовано 20 печатных работ, из них 4 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 4 в журналах, входящих в базу цитирования Scopus, получено 3 патента РФ на изобретения.

Новизна положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнения. Соискателем обоснована возможность применения и определены рациональные режимы ультразвуковой обработки в технологии производства йогурта с улучшенными реологическими и органолептическими свойствами готового продукта. Установлено, что время окончания лаг-фазы роста молочнокислых культур является оптимальным для проведения повторной ультразвуковой обработки с целью интенсификации процесса ферментации молочного сырья. Экспериментально подтверждена возможность применения и установлено оптимальное количество (3% от общей массы молочной смеси) мелассы молочной сухой с лактулозой «ЛактуВет-1» для производства йогурта с пребиотическим действием и высоким уровнем органолептических характеристик.

Значимость результатов работы для науки и практики

Представленные в диссертационной работе результаты исследований имеют несомненную значимость для науки и практики. Теоретическую значимость представляют полученные сведения о влиянии ультразвуковой обработки и мелассы молочной сухой с лактулозой на процесс ферментации молочного сырья, а также качественные характеристики йогурта. Предложены и обоснованы параметры, режимы и способы применения ультразвуковой обработки в технологии йогурта (новизна способов подтверждена 3 патентами РФ). Осуществлена коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности.

Практическую значимость работы составляет разработанная рецептура и технология получения йогурта с применением ультразвуковой обработки и мелассы молочной сухой с лактулозой (ТУ 10.13.14-001-70438614-2024). На

базе АО «Молочный комбинат «Ставропольский» проведена апробация разработанной технологии в производственных условиях. Выполнена оценка ее экономической эффективности. Часть исследований выполнена в рамках реализации комплексного проекта по созданию первого в России высокотехнологичного производства пребиотика лактулозы и функциональных молочных ингредиентов в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 9 апреля 2010 г. №218.

Анализ структуры и содержания работы

Диссертация Костенко Е.Г. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполнена на современном методическом уровне, имеет неоспоримую научную новизну и практическую значимость. Диссертация изложена на 166 странице машинописного текста, содержит 30 таблиц, 25 рисунков и состоит из введения, 4 глав, выводов, списка использованной литературы, состоящего из 161 источника.

Во введении автором обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследований, изложены основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов, апробация результатов, личное участие автора и публикации.

Первая глава диссертационной работы посвящена аналитическому обзору научно-технической литературы по таким аспектам как: направления использования ультразвуковой обработки в пищевой промышленности, перспективы применения ультразвуковой обработки в технологических процессах пищевых производств, методы интенсификации процесса ферментации при производстве кисломолочной продукции, обогащение кисломолочных продуктов компонентами, обладающими профилактическими свойствами.

Во второй главе представлена структура проведения и организация исследования, в которой отражены основные этапы проведения научных исследований, последовательность их выполнения для решения поставленных задач. Приведены объекты исследования, используемое сырье. Описаны методы исследования и их приборное обеспечение, перечислены исследуемые показатели по группам. В отдельной подглаве подробно описаны технические характеристики ультразвукового оборудования и его комплектация, которая необходима для проведения исследований.

В третьей главе изложены результаты исследования по интенсификации процесса ферментации молочного сырья с применением ультразвуковой обработки. Разработаны математические модели в виде уравнений регрессии, адекватно описывающие влияние параметров ультразвукового воздействия на ключевые технологические показатели: эффективную вязкость, степень синерезиса, а также активную и титруемую кислотность. На основе анализа моделей определены рациональные режимы

ультразвукового воздействия, обеспечивающие максимальную интенсификацию ферментации молочной смеси.

Отдельно представлены результаты изучения возможности применения мелассы молочной сухой с лактулозой «ЛактуВет-1» в технологии йогурта. Установлено, что внесение данного пребиотика позволяет сократить продолжительность ферментации и получить продукт пребиотической направленности с высокими органолептическими характеристиками. Исследовано влияние ультразвуковой обработки на качественные показатели йогурта, обогащенного мелассой «ЛактуВет-1». На основании проведенного компьютерного моделирования и экспериментальных исследований определены рациональные параметры ультразвукового воздействия для процесса восстановления молочной сыворотки.

В четверной главе представлена разработанная рецептура и технологическая схема производства йогурта с применением ультразвуковой обработки и мелассы молочной сухой с лактулозой. Установлено, что продукт соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

В *заключении* диссертации систематизированы результаты выполненных экспериментальных исследований. Сформулированные выводы и рекомендации соответствуют поставленным цели и задачам работы и логически вытекают из полученных данных.

В целом содержание диссертационного исследования соответствует паспорту научной специальности 4.3.3. «Пищевые системы» (пп. 5, 11, 13, 15, 20). Диссертационная работа и автореферат построены в соответствии с рекомендованной структурой, по оформлению и содержанию отвечают требованиям ВАК РФ. Автореферат изложен на 24 страницах и отражает основные положения диссертации. Новых данных, заключений и выводов, отсутствующих в диссертационной работе, в автореферате не приводится.

Замечания, вопросы и рекомендации по диссертационной работе

1. При описании результатов исследований в диссертационной работе в качестве одного из основных параметров при оптимизации режимов ультразвуковой обработки используется относительная мощность (в % от номинальной мощности оборудования), либо режимы приводятся с соответствующими значениями интенсивности ($\text{Вт}/\text{см}^2$) и удельной мощности ультразвука ($\text{Вт}/\text{дм}^3$). Для лучшего восприятия текста работы было бы целесообразным применение единого подхода к описанию параметров ультразвуковой обработки.

2. Исходя из представленных в главе 3 данных и автореферата не совсем ясно, изучалась ли возможность проведения повторной ультразвуковой обработки молочной смеси после окончания лаг-фазы роста микроорганизмов?

3. На основании представленных результатов исследования реологических показателей, микроскопирования и органолептических свойств (разделы 3.2 и 3.4 диссертации), автор делает вывод о том, что

йогурт, полученный с использованием ультразвуковой обработки, имеет улучшенные потребительские характеристики. Проводилось ли исследование стабильности этих характеристик в течение всего срока годности продукта?

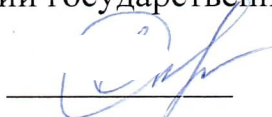
4. На картах линий уровня (изолиниях сечения) влияния параметров ультразвуковой обработки на физико-химические свойства восстановленных растворов молочной сыворотки (раздел 3.5.2, рисунок 3.24) нужно было привести уравнения регрессии.

5. Учитывая имеющиеся в научной литературе сведения о положительном влиянии лактулозы на выживаемость заквасочной микрофлоры и сроки хранения кисломолочных продуктов в работе следовало бы отдельное внимание уделить влиянию мелассы молочной сухой с лактулозой на хранимоспособность йогурта.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

По объему выполненных исследований, методическому уровню их проведения и значимости полученных результатов для науки и практики диссертация на тему «Разработка технологии йогурта с использованием ультразвуковой обработки и мелассы молочной сухой с лактулозой» является завершённой научно-квалификационной работой, полностью соответствует всем требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (редакция от 16.10.2024 г.), а ее автор, Костенко Елена Геннадьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.3. Пищевые системы (технические науки).

Официальный оппонент: кандидат биологических наук по специальности 03.00.23 – Биотехнология, доцент, доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»



Скорбина Елена Александровна

«24» ноября 2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет»

Почтовый адрес: 355017, Ставропольский край, г. Ставрополь, Зоотехнический пер, д. 12

Тел.: +7 (8652) 35-22-82

E-mail: elena.skorbina@yandex.ru

