

Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova
Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea "Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi"
Departamentul Inginerie Mecanică

Admis la susținere

Șef departament:

Mihai BALAN, conf. univ., dr.

„___” _____ 2025

**Studiul tehnologiei de obținere a produselor lactate
cu aplicarea ultrasunetelor**

Teză de master

Masterand: *Borozan Alexandru,* _____
gr. IM-231

Conducător: *Țislinscaia Natalia,* _____
dr., conf. univ.

Chișinău, 2025

Adnotare

În lucrarea se analizează utilizarea tehnologiilor ultrasonice în producția de produse lactate, precum și impactul acestora asupra calității, eficienței și economiei procesului de producție. Ultrasunetele sunt utilizate în diverse procese din industria laptelui, precum pasteurizarea, fermentarea, emulsificarea și omogenizarea, ceea ce contribuie la îmbunătățirea texturii, caracteristicilor gustative și prelungirea termenului de valabilitate al produselor. În lucrare sunt examinate avantajele tratamentului cu ultrasunete comparativ cu metodele tradiționale, inclusiv reducerea consumului de energie, diminuarea pierderilor de materii prime, îmbunătățirea calității produsului final și accelerarea proceselor de producție. De asemenea, se analizează aspectele economice ale implementării tehnologiilor cu ultrasunete, inclusiv calculul perioadei de amortizare și economiile potențiale. Un accent deosebit este pus pe utilizarea ultrasunetelor pentru creșterea stabilității produselor lactate, cum ar fi laptele, smântâna și iaurturile, precum și pentru reducerea timpului de fermentare și îmbunătățirea consistenței produselor. Lucrarea se bazează pe analiza cercetărilor științifice actuale și a datelor reale despre aplicarea echipamentelor cu ultrasunete în industria lactatelor, ceea ce permite concluzia cu privire la potențialul semnificativ al tratamentului cu ultrasunete pentru îmbunătățirea calității și creșterea competitivității produselor lactate pe piață.

Cuvinte cheie: *ultrasunete, produse lactate, pasteurizarea, fermentarea, emulsificarea, omogenizarea.*

Annotation

This thesis explores the use of ultrasonic technologies in dairy product production, focusing on their impact on quality, efficiency, and production economics. Ultrasound is applied in various processes in the dairy industry, such as pasteurization, fermentation, emulsification, and homogenization, improving texture, taste characteristics, and shelf life of products. The thesis examines the advantages of ultrasonic processing over traditional methods, including reduced energy consumption, minimized raw material losses, enhanced final product quality, and faster production processes. It also analyzes the economic feasibility of implementing ultrasonic technologies, including calculating payback periods and potential savings. Special attention is given to the application of ultrasound to increase the stability of dairy products such as milk, cream, and yogurt, as well as to shorten fermentation times and improve product consistency. The work is based on an analysis of recent scientific studies and real-world data on the use of ultrasonic equipment in the dairy industry, which leads to the conclusion that ultrasonic processing holds significant potential for improving quality and increasing the competitiveness of dairy products in the market

Keywords: *ultrasound, dairy products, pasteurization, fermentation, emulsification, homogenization.*

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 8 |
| 1. Анализ рынка молочно – пищевой промышленности в Республики Молдова | 9 |
| 1.1 Характеристика ультразвука | 10 |
| 1.2 Виды ультразвуковых волн. | 12 |
| 1.3 Виды ультразвука..... | 14 |
| 2. Ультразвук в молочной промышленности. | 26 |
| 2.1. Оборудование ультразвуковой обработки в молочной пищевой промышленности... | 31 |
| 2.2 Экспериментальные процедуры: обработка молока ультразвуком на производстве. ... | 48 |
| 2.3 Рекомендации по оптимизации параметров ультразвуковой обработки в молочной промышленности. | 53 |
| 2.4 Математическая модель распространения ультразвука в биологических тканях. | 58 |
| 3. Оценка стоимости внедрения ультразвуковых технологий в молочной промышленности. | 61 |
| 3.1 Экономическая эффективность и окупаемость ультразвуковых технологий в производственных процессах..... | 64 |
| Выводы. | 68 |
| Литература | |

Введение

Молочная промышленность занимает одно из ключевых мест в пищевой индустрии, предоставляя потребителям широкий ассортимент продукции, таких как молоко, йогурты, сыры, сливки и многие другие продукты, являющиеся важным источником белков, жиров, углеводов, витаминов и минералов. Как источник жизненно важных минералов, молоко играет ключевую роль в поддержании здоровья человека. На протяжении веков оно остается незаменимым продуктом питания. Современное молочное производство активно использует инновационные технологии для улучшения качества и расширения ассортимента продукции. Качество и безопасность молочной продукции напрямую зависят от методов обработки, которые применяются на всех этапах производства, начиная с получения молока и заканчивая упаковкой и хранением готового продукта. Современные технологии обработки молока направлены на обеспечение его безопасности для потребителя, продление срока годности, улучшение текстуры и вкусовых качеств, а также на сохранение питательной ценности.

Применение ультразвука в молочной промышленности — это инновационный подход, позволяющий получать продукты с улучшенными свойствами. В отличие от традиционных методов, ультразвуковая обработка открывает новые перспективы для создания продуктов, которые невозможно получить другими способами. При этом, стоимость внедрения такой технологии относительно невысока, что делает ее привлекательной для производителей. Применение ультразвука в молочной промышленности – это перспективное, но пока еще недостаточно изученное направление. Ключевым аспектом развития этой технологии является создание системы контроля качества, которая позволит гарантировать стабильность и предсказуемость производственных процессов. Данная работа имеет целью сформировать концепцию использования ультразвуковой обработки при производстве молочных продуктов. В рамках исследования будут рассмотрены ключевые аспекты использования ультразвука для повышения эффективности и качества производства молочных продуктов, включая улучшение их текстурных характеристик, ускорение технологических процессов и обеспечение безопасности конечного продукта. Рассматриваемая тема имеет не только научное, но и практическое значение, поскольку открывает новые возможности для совершенствования технологий обработки молочной продукции, что, в свою очередь, может способствовать развитию отрасли и удовлетворению потребностей потребителей в высококачественных продуктах.

Литература

1. https://www.industrialapte.md/ru/news/analiz-molochnogo-sektora?utm_source
2. Л. Бергман. "Ультразвук и его применение в науке и технике" Издательство иностранной литературы, г. Москва, 1957 г., 727 стр.
3. В.А. Красильников. "Звуковые и ультразвуковые волны". Издательство Физико-математической литературы, 1960 г., 560 стр.
4. И. Н. Ермолов, М. И. Ермолов "Ультразвуковой контроль". Учебник для специалистов первого и второго уровня квалификации, издание пятое: 2006 – 208с
5. Алешин Николай Павлович, Ремизов Андрей Леонидович, Дерябин Алексей Александрович "Особенности возбуждения и распространения ультразвуковых волн" Москва: МГТУ им. Баумана, 2017. - 88 с.
6. Б. А. Аграната, М., Металлургия, 1974. "Ультразвуковая технология" 1974.
7. Ёсимицу Кикучи, М., Мир, "Ультразвуковые преобразователи" 1972.
8. А. А. Бобцов, В. И. Бойков, С. В. Быстров, В. В. Григорьев, П. В. Козлов, Санкт-Петербург, "Пьезоэлектрические преобразователи" 2015.
9. Д. А. Гершгальда и В. М. Фридмана. "Ультразвуковая технологическая аппаратура"
10. https://www.hielscher.com/ru/ultrasonication-and-its-manifold-applications-in-food-processing.htm?utm_source
11. Сарбашев К. "Управление технологическими рисками на производстве питьевого молока с применением ультразвуковой обработки".
12. Бредихин С.А. "Технология и техника переработки молока" 2016
13. Касьянов Г. И., Мишанин Ю. Ф., Касьянов Д. С., Хворостова Т. Ю., "Биотехнология молока и молочных продуктов"
14. Шестаков С. Д., Красуля О. Н., Ринк Р. "Ультразвуковая обработка молочных систем для улучшения их свойств".
15. Борисенко А. А., Костенко Е. Г., Костенко К. В., Малсугенов А. В., Мисюра В. А. "Ультразвуковая обработка в технологии производства йогурта" Молочная промышленность, 2023, №5, с. 30-33
16. Канина К. А. "Влияние обработки молока ультразвуком на его свойства".
17. Бредихин С. А. "Технология и техника переработки молока", учебное пособие, 2016.
18. BERNIC M., ȚISLINSȚAIA N., RĂDUCAN M. Modelul matematic al procesului de uscare a produselor umede cu aplicarea electroplasmolizei. // Meridian Ingineresc. – Chișinău: UTM, 2018. – Nr. 1. – p. 20 – 22. ISSN 1683-853X;
19. Țislinscaia N., Lupașco A., Bernic M. Modelarea matematică a fenomenelor de transfer în procesele de uscare. Ch.: ITA, 2008. – 108 p. ISBN 978-9975-9970-2-7.

20. Țislinscaia N., Bernic M. Modelarea și optimizarea proceselor tehnologice. Ciclu de prelegeri. U.T.M., Chișinău, 2007. 72 p;
21. ȚISLINSCAIA N.,BERNIC M., RĂDUCAN M. Bazele de calcul al utilajului tehnologic. Îndrumar metodic privind elaborarea proiectelor de an. U.T.M., Chișinău. 2019, 33 p.
22. Ganea Gr., Garea Gh., Țislinscaia N. Montarea, întreținerea, exploatarea și repararea utilajelor din industria alimentară. Tipografia „Bons Office”. ISBN 978-9975-87-411-3. Chișinău, 2018. 559 p.
23. N.Țislinscaia, M. Bernic, M. Mațco. Bazele proiectării utilajului tehnologic.- Problemar, Editura „ Tehnica-UTM”, Chișinău, 2014, 167p.
24. Толочко Н.К, Прокопьев Н.А. "Перспективы ультразвуковой обработки молока"
25. Уласевич С.А., Яковченко Н.В., Орлова О.Ю., Скорб С.В. "Ультразвук и инфразвук, нормирование и профилактика"