

Таким образом, цифровые инструменты анализа эффективности розничных продаж на перерабатывающих предприятиях АПК превращаются в важнейший элемент системы управления. Они позволяют перейти от простого учёта результатов к прогнозированию спроса, оптимизации ассортимента и повышению прибыльности продаж. На примере ОАО «Минский молочный завод №1» можно сделать вывод, что использование современных аналитических решений способствует укреплению конкурентных позиций предприятия, повышению устойчивости его функционирования и развития.

Список использованной литературы

1. Бондарь, С. В. Маркетинг: учеб.-метод. пособие для студентов УВО для спец. 1-74 06 06 «Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса» / С. В. Бондарь, Е. С. Пашкова; БГАТУ, Кафедра менеджмента и маркетинга. - Минск: БГАТУ, 2021. – 248 с.
2. Куневич, О. В. Маркетинг: учебно-методическое пособие для студентов экономических специальностей / О. В. Куневич; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Инженерная экономика". – Минск : БНТУ, 2020. – 46 с.
3. Горячко, Д.Ю. Анализ факторов внутренней среды предприятия / Н.А. Логвинович, Д.Ю. Горячко// Технико-технологическое обеспечение инноваций в агропромышленном комплексе: сборник статей по материалам IV Международной научно- практической конференции (Мелитополь, 25-26 ноября 2025 г.) / МелГУ: ред. кол. С.А. Соколов, Т.А. Клевцова, Н. И. Болтянская [и др.]. – Мелитополь: МелГУ, 2025. – С. 308-312.

УДК 532.528:628.16

Т.А. Клевцова, канд. техн. наук, доцент,

А.В. Гвоздев, канд. техн. наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мелитопольский государственный университет,
г. Мелитополь*

e-mail: klevtsova1204@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАВИТАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПИЩЕВОЙ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ключевые слова: кавитация, технология, молоко, гидродинамический кавитатор.

Key words: cavitation, technology, milk, hydrodynamic cavitator.

Аннотация: для оптимизации технологических процессов, осуществляемых в жидкостных и дисперсных средах в пищевой и перерабатываю-

щей промышленности, целесообразно использовать кавитационное воздействие на обрабатываемую среду. Исследования демонстрируют существенные преимущества гидродинамических кавитационных устройств. Они характеризуются конструктивной простотой, удобством эксплуатации и меньшими энергетическими затратами по сравнению с альтернативными методами.

Summary: To optimize the technological processes carried out in liquid and dispersed media in the food and processing industry, it is advisable to use cavitation effects on the treated medium. The research demonstrates the significant advantages of hydrodynamic cavitation devices. They are characterized by constructive simplicity, ease of operation and lower energy costs compared to alternative methods.

Кавитационная обработка находит широкое применение в различных отраслях промышленности, включая сельское хозяйство, пищевую промышленность, медицину, фармацевтику, строительство и водоподготовку.

В частности, в пищевой и перерабатывающей промышленности кавитация используется для гомогенизации и пастеризации молока, а также для консервации пищевых эмульсий и суспензий. Данный метод позволяет продлить срок хранения продуктов, сохранить их натуральные качества, сократить количество микроорганизмов и повысить питательную ценность [1-3].

Применение гидродинамической кавитации в пищевой промышленности обладает рядом преимуществ:

- сокращение энергозатрат на проведение ресурсоемких технологических операций.
- возможность комбинирования технологических операций (например, пастеризации и гомогенизации), что оптимизирует производственный процесс и снижает затраты.
- улучшение технологических характеристик молочных смесей и получаемых из них продуктов за счет изменения свойств компонентов молока (в частности, интенсификации гидратации белков) под воздействием кавитации.

Результаты исследований. Анализ полученных данных свидетельствует о существенных преимуществах гидродинамических кавитационных устройств. Отличительной особенностью данных устройств является их конструктивная простота и удобство эксплуатации, что в совокупности с высокой надежностью и долговечностью делает их привлекательным решением. Простота конструкции обуславливает не только легкость производства, но и доступную стоимость. Кроме того, отмечено снижение энергозатрат при использовании подобных устройств.

Авторами были разработаны инновационные конструктивные решения кавитационных смесителей для суспензий и эмульсий, в частности, для гомогенизации молока [4-6]. Также проведены исследования по кавитационной обработке молока.

Рисунок 1 иллюстрирует результаты экспериментального исследования зависимости диаметра жировых шариков в молоке от количества циклов обработки в кавитационном гомогенизаторе.

Анализ данных, представленных на рисунке 1, указывает на то, что оптимальным количеством циклов обработки молока с жирностью 2,5...2,7% является $n=3$. Дальнейшее увеличение количества циклов приводит к снижению эффективности гомогенизации молока. Это явление предположительно связано с разрушением липидных оболочек жировых глобул и последующим их укрупнением. Кроме того, увеличение количества циклов обработки молока влечет за собой дополнительные энергозатраты.

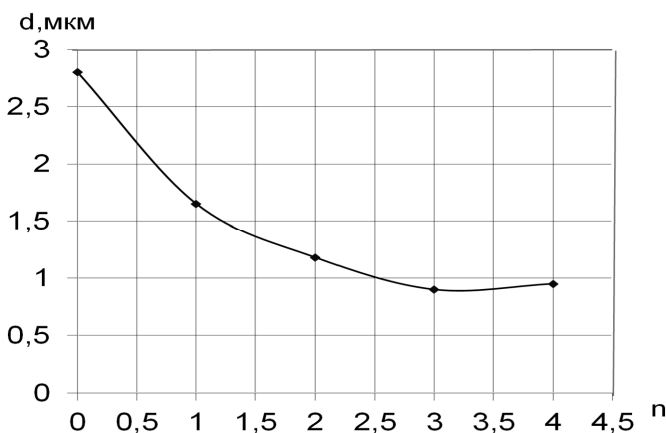


Рисунок 1. Зависимость размеров жировых шариков d в молоке от кратности n ее обработки в кавитационном гомогенизаторе

Применение разработанных кавитационных смесителей (гомогенизаторов) для получения эмульсий и суспензий в гидродинамическом кавитационном поле способствует повышению эффективности смешивания (гомогенизации). Создание сплошного вращающегося кавитационного поля высокой активности позволяет достигать размеров жировых шариков (на примере молока) не более 1 мкм.

Изменения во фракционном составе жировых шариков после гидродинамической кавитационной обработки молока и сравнения их с клапанной гомогенизацией графически представлены на рисунке 2.

Проведенные исследования, на примере молока, показали, что гидродинамическая кавитация эффективнее клапанной гомогенизации. Кавитационный метод позволяет получать продукт с высоким содержанием мелкодисперсной фазы (до 65%), где размер жировых шариков не превышает 1 мкм. При этом энергозатраты на кавитационный смеситель составляют всего 1,2 кВт·ч/т, что в два и более раза меньше, чем у традиционных гомогенизаторов [7].

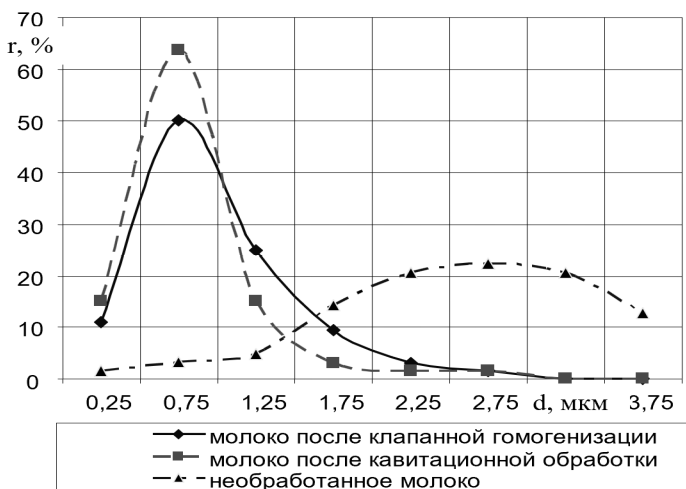


Рисунок 2. Дифференциальные распределения жировых шариков в необработанном молоке, после гомогенизации в клапанном гомогенизаторе и после гомогенизации в гидродинамическом кавитационном устройстве при $T=60^{\circ}\text{C}$

Исследования демонстрируют, что гидродинамическая кавитационная обработка (гомогенизация) молока, при соблюдении определенных условий, может обеспечить значительный технологический эффект. Однако, данный процесс характеризуется повышенной сложностью и недостаточной изученностью. Таким образом, гидродинамическая кавитационная обработка эмульсий и суспензий требует дальнейшего углубленного изучения.

Выводы. Для повышения эффективности технологических процессов, протекающих в жидкостях и суспензиях, в пищевой и перерабатывающей промышленности целесообразно применять кавитационное воздействие на обрабатываемую среду. Исследования демонстрируют существенное преимущество гидродинамических кавитационных устройств. Они отличаются конструктивной простотой, удобством эксплуатации и меньшими затратами энергии по сравнению с традиционными методами.

Предложены конструктивные решения кавитационных смесителей для суспензий и эмульсий. Кавитационный метод позволяет получать продукт (молоко) с высоким содержанием мелкодисперсной фазы (до 65%), где размер жировых шариков не превышает 1 мкм. При этом энергозатраты на кавитационный смеситель составляют всего 1,2 кВт·ч/т, что в два и более раза меньше, чем у традиционных гомогенизаторов.

Список использованной литературы

1. Радзюк А.Ю. Современное состояние использования кавитационных технологий (краткий обзор) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2022. Т. 333. № 9. С. 209–218.
2. Ярмаркин Д.А. Кавитационные технологии в пищевой промышленности // Молодой ученый. 2014. № 8 (67). С. 312–315.
3. Кондратьева А.В. Новые технологии обработки молочной продукции (на примере молока коровьего) // Молодой ученый. 2013. № 10. С. 146–149.
4. Патент на полезную модель UA. Кавитационный смеситель. Гвоздев А.В., Гвоздев В.А., Мазурик Л.И. №31086. От 25.03.2008. Бюл. № 6.
5. Патент на полезную модель UA. Кавитационный смеситель. Гвоздев А.В., Гвоздев В.А., Ялпачик Е.В., Попытайленко Е.В. – №41126. От 12.05.2009. Бюл. № 9.
6. Патент на полезную модель UA. Кавитационный смеситель. Гвоздев А.В., Гвоздев В.А., Ковалева М.В. №70660. От 25.06.2012. Бюл. № 12.
7. Клевцова Т.А. Использование кавитационных технологий в перерабатывающей отрасли АПК // В сборнике: Материалы пула научно- практических конференций. Керчь. 2026. С. 378–382.

УДК 664.023:681.518.5

А.В. Анисимов, канд. техн. наук, доцент

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный университет
генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н.И. Вавилова», г. Саратов
anisimovaleksan@mail.ru*

ИНТЕГРАЦИЯ ПИЩЕВОЙ 3D-ПЕЧАТИ С СИСТЕМАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ РАЦИОНОВ

Ключевые слова: пищевая 3D-печать, искусственный интеллект, персонализированное питание, нутрициология, аддитивные технологии.

Key words: 3D food printing, artificial intelligence, personalized nutrition, nutrition science, additive manufacturing.