

виде серых пятен, равномерно поднимающихся по ходу движения подвижной фазы, а коэффициент подвижности цифлутрина равен 0,72.

Коэффициент  $R_f$ , являющийся характерной величиной для каждого конкретного пестицида, что позволяет проводить идентификацию химических веществ, что делает данный метод универсальным для детекции пестицидов в сырье и продуктах питания.

По итогам проведенных исследований можно сделать вывод, что при обработки кожного покрова животных раствором цифлутрина в концентрации 0,01 мг/кг массы животного не происходит контаминация молока, при этом тонкослойная хроматография является одним из наиболее эффективных и доступных методов детекции остаточной концентрации цифлутрина.

### Список литературы

1. Смирнов, А.В. Применение люминисцентного анализа для выявления фальсификации молока и молочных продуктов растительными жирами / А. В. Смирнов. – Текст: непосредственный // Молодые ученые в формировании приоритетов научно-технологического развития страны в условиях современных вызовов: материалы международной научно-практической конференции (23 июня 2023 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2023. – С. 165-167.
2. Терехов, А.А. Анализ элюентов для выявления фосфорорганических соединений в молоке методом тонкослойной хроматографии. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии / А.А. Терехов. – 2025;(2):112-114. – Текст: непосредственный.
3. Терехов, А. А. Разработка методики пробоподготовки для определения остаточного количества фосфорорганических соединений в молоке по методу QUECHERS / А. А. Терехов. – Текст: непосредственный // Материалы 78-й международной научной конференции молодых ученых и студентов (01-08 апреля 2024 г.). – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, 2024. – С. 248-249.

УДК 338.43:637.12

### ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: КУРС НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ

*Станкевич Ирина Ивановна, ст. преподаватель  
Рублевская Елизавета Петровна, студент-бакалавр  
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

*Аннотация:* рассмотрены такие ключевые направления инновационного развития молочной промышленности, как интеграция цифровых

*решений, передовые технологии переработки молока, автоматизация производства с ИИ и инновационная упаковка. Основной целью внедрения указанных технологий является: устойчивый рост, эффективность, качество, безопасность продукции, а также снижение воздействия на окружающую среду.*

**Ключевые слова:** *молочная промышленность, инновации, устойчивое развитие, цифровые решения, мембранные технологии, ультразвуковые технологии, автоматизация производства, искусственный интеллект, упаковка молока, качество продукции, эффективность*

Для успешной адаптации к современным вызовам молочная промышленность должна не только внедрять передовые технологии, но и активно инвестировать в исследования и разработки, создавать условия для инноваций и формировать культуру постоянного совершенствования. Только так можно обеспечить устойчивый рост и удовлетворить запросы самого взыскательного потребителя. В условиях постоянно меняющегося мира и растущих требований потребителей, молочная промышленность сталкивается с необходимостью непрерывной модернизации и внедрения инновационных технологий. Это становится критически важным для обеспечения конкурентоспособности, повышения эффективности производства и предоставления потребителям качественной и полезной продукции. Особое значение приобретает интеграция цифровых решений и принципов устойчивого развития, позволяющих не только оптимизировать производственные процессы, но и минимизировать воздействие на окружающую среду [1].

Молочная отрасль Республики Беларусь специализируется на выпуске молока, масла, сыров, мороженого, молочных консервов и других продуктов. Ассортимент молочной продукции включает более 1500 наименований, в том числе масла сливочного – 30, сыров всех видов – более 320, цельномолочной продукции – более 700 и он постоянно обновляется и совершенствуется за счет освоения новых, нетрадиционных для отечественной отрасли видов продукции: сыров с благородной голубой и белой плесенью, элитных твердых сыров с большими сроками созревания, мягких сыров национальных типов [7].

В Республике Беларусь в настоящее время функционирует около 30 молокоперерабатывающих субъектов хозяйствования с общим объемом переработки молока более 8,6 млн т. Экспорт молока и молочных продуктов в 2024 г. составил более 6 млн т. На всех субъектах внедрены системы управления СТБ ISO 9001, СТБ 1470, СТБ ISO 14001, СТБ 18001, СТБ ISO 22000, на некоторых проведена сертификация на соответствие производства молочных продуктов Системе добровольной сертификации «Халяль» и другим [6]. Динамика производства и потребления молока за период с 2010 по 2024 гг. представлена на рисунке 1. Производство молока и молочных продуктов по-

чти в 4 раза превышает потребление.



Рисунок 1 – Удовлетворение потребности населения Республики Беларусь в молоке и молочных продуктах

Молочная промышленность, как один из ключевых сегментов пищевой индустрии, находится в постоянном поиске путей оптимизации производства и удовлетворения растущих потребительских требований. Новизна текущего этапа развития отрасли заключается в интеграции передовых цифровых решений и принципов устойчивого развития в традиционные технологические процессы. Инновационные технологии в переработке молока играют ключевую роль в повышении эффективности, улучшении качества продукции, увеличении сроков хранения и минимизации воздействия на окружающую среду [2].

Одним из наиболее значимых направлений является применение мембранных технологий, таких как ультрафильтрация и нанофильтрация. Эти методы позволяют разделять компоненты молока, концентрировать белок, лактозу и другие ценные вещества, а также удалять нежелательные примеси. Мембранные технологии используются для производства сыров, творога, молочных напитков с заданными свойствами [3]. Актуальность данного направления определяется возможностью получения продуктов с улучшенным составом и функциональными свойствами, отвечающих запросам потребителей, следящих за здоровым питанием.

Другая перспективная область – использование ультразвуковых технологий. Ультразвук может применяться для улучшения гомогенизации молока, что способствует образованию более стабильной эмульсии и предотвращает расслоение продукта. Также ультразвук используется для интенсификации процессов ферментации при производстве кисломолоч-

ных продуктов. Новый импульс данному направлению придает разработка более энергоэффективного и компактного ультразвукового оборудования, позволяющего снизить производственные затраты.

Нельзя не упомянуть о развитии автоматизированных систем управления производством. Современные молочные заводы оснащаются сенсорами и датчиками, которые в режиме реального времени контролируют параметры технологических процессов, такие как температура, кислотность, вязкость. Это позволяет оперативно реагировать на отклонения и обеспечивать стабильное качество продукции. Сегодня акцент смещается на внедрение систем искусственного интеллекта и машинного обучения для предиктивного анализа и оптимизации технологических режимов [4], что позволяет минимизировать потери и повысить эффективность использования ресурсов.

Большое внимание уделяется разработке новых упаковочных материалов и технологий, которые обеспечивают защиту молока от воздействия кислорода, света и микроорганизмов [5]. Активно используются технологии модифицированной газовой среды (МГС) и асептической упаковки, которые позволяют значительно увеличить срок годности молочных продуктов без добавления консервантов. В контексте глобальной борьбы с пластиковым загрязнением, особую актуальность приобретают разработки биоразлагаемых и перерабатываемых упаковочных материалов.

Наконец, важным направлением является разработка и внедрение экологически чистых технологий. Молочные заводы стремятся сократить потребление воды и энергии, уменьшить количество отходов и выбросов, а также использовать возобновляемые источники энергии [6]. Новизна здесь заключается в переходе к концепции циркулярной экономики, предполагающей повторное использование ресурсов и превращение отходов в ценное сырье для других отраслей.

Инновации в переработке молока не только повышают эффективность производства и улучшают качество продукции, но и способствуют созданию новых молочных продуктов с улучшенными потребительскими свойствами и пользой для здоровья. Актуальность развития новых молочных продуктов обусловлена потребностью в удовлетворении запросов различных групп потребителей, включая спортсменов, людей с особыми диетическими потребностями и сторонников здорового образа жизни. Молочная промышленность находится на пороге новых технологических прорывов, которые изменят наше представление о молоке и молочных продуктах. В условиях глобальной конкуренции, внедрение инновационных технологий становится ключевым фактором успеха и устойчивого развития предприятий молочной отрасли.

Таким образом, инвестиции в инновации и стремление к устойчивому развитию являются определяющими факторами для будущего молочной промышленности.

### Список литературы

1. Технология молока и молочных продуктов/ Г. Н. Крусь, А. Г. Храмцов, 3. В. Волокитина, С. В. Карпычев. – Москва: КолосС, 2006. – 455 с. – Текст: непосредственный.
2. Горлова, А. С. Инновационные технологии в молочной промышленности / А.С. Горлова, Н.А. Тихомирова, Е.И. Борзенко. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2015. – № 10. – С. 22-25.
3. Кухаренко, М.М. Мембранные процессы в молочной промышленности: учебное пособие / М.М. Кухаренко, Л.М. Захарова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2011. – 160 с. – Текст : непосредственный.
4. Экспертиза пищевых продуктов и продовольственного сырья: учебно-справочное пособие / Н.И. Дунченко, А.Г. Храмцов, И.А. Макеева, И.А. Смирнов [и др.]. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 477 с. – Текст : непосредственный.
5. Союзмолоко. Аналитика и отчёты по рынку молока и молочных продуктов в России (ежегодные обзоры). – Текст электронный. – URL: souzmoloko.ru.
6. Станкевич, И.И. Оптимизация бизнес-процессов молокоперерабатывающего предприятия / И.И. Станкевич. – Текст : непосредственный // Исследование социально-экономического развития территорий в условиях санкций и угроз глобальных вызовов: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Вып. 4. – 2023. – С. 228-233.
7. Станкевич, И.И. Состояние и направления развития молочной отрасли Республики Беларусь / И.И. Станкевич. – Текст : непосредственный // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК: сборник научных статей XV Международной научно-практической конференции (25-26 мая 2023 г.). – Минск : БГАТУ, 2023. – 436 с.– С.281-286.

**УДК 637.1; 678.073**

### **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГИБКОЙ УПАКОВКИ ДЛЯ МОЛОКА (ОБ АКТИВНОЙ УПАКОВКЕ И МИКРОПЛАСТИКЕ)**

*Федотова Ольга Борисовна, д.т.н., в.н.с.  
Агарков Александр Александрович, к.т.н., м.н.с.  
Поletaева Полина Андреевна, инженер  
ФГАНУ «ВНИМИ», г. Москва, Россия*

*Аннотация: гибкая упаковка находит достаточно широкое применение в пищевой, в частности, молочной промышленности. Для ее изготовления используются многослойные, реже однослойные полимерные*