

**Александр Кушмет, Марина Салихова, Виктор Александров**

**Alexander Kushmet, Marina Salikhova, Viktor Alexandrov**

**БЕЗОПАСНОСТЬ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ И УПАКОВКЕ  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**SAFETY OF NANOMATERIALS IN FOOD PRODUCTION AND PACKAGING**

ФГБОУ ВО Уральский ГАУ, г. Екатеринбург

Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

В статье проведен анализ зарубежных и отечественных публикаций по теме нанотехнологии, которые уже сегодня являются ключевыми технологиями XXI века, улучшающие оптические, механические, электрические и другие свойства материалов, обеспечивая эффективность в настоящем и будущем. Целью работы является определение того, как нанотехнологии способствуют повышению качества и безопасности продуктов, выявление перспективных областей применения нанотехнологий в пищевой промышленности и оценка безопасности с помощью наноматериалов в производстве и упаковке пищевых продуктов.

The article analyzes foreign and domestic publications on the topic of nanotechnology, which are already the key technologies of the XXI century, improving the optical, mechanical, electrical and other properties of materials, ensuring efficiency in the present and future. The aim of the work is to determine how nanotechnology contributes to improving the quality and safety of products, identify promising areas of application of nanotechnology in the food industry and safety assessment using nanomaterials in the production and packaging of food products.

**Ключевые слова:** нанотехнологии, упаковка пищевых продуктов, использование нанотехнологий, безопасность, исследования.

**Keywords:** nanotechnology, food packaging, use of nanotechnology, safety, research.

Нанотехнологии — это новая и быстро развивающаяся область науки. Первые исследования на тему нанотехнологий в пищевой промышленности появились в конце XX - начале XXI века. Японский профессор Норио Танигучи ввел первое определение этой

---

Кушмет А. – студент бакалавриата  
Салихова М.Н. – старший преподаватель  
Александров В.А. – кандидат технических наук, доцент

области в 1974 году: «технологии, контролирующей поведение и/или структуру на уровне молекул и атомов». На мировом рынке имеются пищевые продукты с маркировкой «нано». К нанотехнологиям относятся технологии, основанные на манипуляции отдельными атомами и молекулами для построения сложных структур различных веществ [1, 2]. Нанометр (нм) — это одна миллиардная часть метра. Сегодня в России наноматериалы и нанотехнологии используются практически во всех отраслях сельского хозяйства, включая растениеводство, животноводство, птицеводство, рыбоводство, ветеринарию и перерабатывающую промышленность. В животноводстве и птицеводстве нанотехнологии используются при производстве кормов для повышения продуктивности и устойчивости к стрессам и инфекциям. Также с помощью нанотехнологий создаются новые вещества и материалы с уникальными свойствами. Нанотехнологии уже сегодня являются ключевыми технологиями XXI века, которые улучшают оптические, механические, электрические и другие свойства материалов, обеспечивая эффективность в настоящем и будущем. Как отметил Майкл Браун, профессор нанотехнологий в пищевой промышленности, «Нанотехнологии могут существенно изменить пищевую промышленность, повысив ее эффективность и безопасность».

Целью работы является определение того, как нанотехнологии способствуют повышению качества и безопасности продуктов, выявление перспективных областей применения нанотехнологий в пищевой промышленности и оценка безопасности с помощью наноматериалов в производстве и упаковке пищевых продуктов.

Нанотехнологии также достигли значительного прогресса в области тестирования безопасности и качества пищевых продуктов [3]. Ранее тестирование пищевых продуктов на микробное загрязнение могло занимать от нескольких дней до недели, а средства обнаружения часто были слишком сложными или громоздкими для обеспечения онлайн-обнаружения в режиме реального времени. Исследователи разработали нанобиосенсор, способный быстро и точно определять наличие патогенных бактерий в пищевых продуктах, и пришли к выводу, что этот «суперсенсор» сыграет решающую роль в предотвращении террористических атак на продукты питания. Исследователи из Европейского Союза создали портативный нанодетектор для определения наличия патогенов и токсинов в пищевых продуктах. Тестирующим больше не нужно отправлять образцы в лабораторию - с помощью этого нанодетектора они могут быстро провести анализ безопасности и качества продуктов питания в режиме реального времени прямо на фермах, бойнях, упаковочных предприятиях, в процессе производства или транспортировки продуктов питания. Исследователи из Центра Технологии и Автономного транспорта (СТАФТ) сотрудничают с Университетом Рутгерса в разработке интеллектуальной упаковочной системы, которая

обнаруживает патогенные бактерии внутри упаковки с помощью наносенсоров, встроенных в упаковку. Этот датчик, может обнаружить различные вредные вещества в продуктах. Когда продукты начинают портиться или загрязняться, потребителям также может быть отправлено уведомление об этом изменении через изменение цвета упаковки. Компания «АгроМикрон» разработала технологию обнаружения, использующую нанофлуоресцентные частицы, такой метод обеспечивает простой и быстрый способ определения качества пищевых продуктов. Нанотехнологии и наноматериалы, в частности наносеребро и наномедь, широко используются для дезинфекции сельскохозяйственных помещений и инструментов, а также для упаковки и хранения пищевых продуктов. В молочной отрасли нанотехнологии используются для производства функциональных продуктов. К таким продуктам относятся обогащенные продукты с добавлением витаминов, микроэлементов и пищевых волокон; продукты, из которых были удалены определенные вещества, вредные по медицинским показаниям (микроэлементы, аминокислоты, лактозу и другие); а также продукты, в которых эти вещества были заменены другими.

Использование нанотехнологий может способствовать дальнейшему повышению качества и безопасности пищевых продуктов. Анализируя зарубежные и отечественные публикации, можно выделить и сформулировать основные области применения нанотехнологий в пищевой отрасли [4]:

1. *Измельчение традиционных продуктов до нанометрового размера.* В патентной литературе описываются нанопорошки и эмульсии из растений, которые обычно употребляются в пищу, включая зеленый чай и нанодисперсию прополиса в форме порошка или таблеток. Антиоксидантное действие зеленого чая при размере частиц менее 1 000 нанометров в сто раз больше, чем у того же сорта чая при обычном способе обработки. То же можно сказать и о микроэлементах, таких как селен. Этот жизненно необходимый элемент в неорганическом виде обычно не усваивается человеческим организмом. Поэтому необходимо создавать сложные органические соединения с селеном – только такими соединениями стоит обогащать пищу. Это особенно важно для районов с обедненной селеном почвой, таких как Китай и некоторые регионы России. На данный момент установлено, что наночастицы селена можно стабилизировать в виде водной дисперсии, хорошо усваиваемой организмом [5].

2. *Маркировка товаров на основе полимерных светодиодов.* Вскоре будут внедрены новые методы хранения, отображения и чтения информации на упаковке. Эти достижения позволят потребителям получать больше информации о происхождении, хранении и диетологических свойствах пищевых продуктов, а также о пригодности их для отдельных потребителей и их образа жизни. Увеличение срока хранения пищевых продуктов - создание

упаковочных материалов. Например, нанопокрытие на пивных бутылках из полиэтилентерефталата (ПЭТФ) позволяет хранить содержимое этих бутылок в течение шести и более месяцев. В настоящее время нанокompозитные материалы широко используются в качестве упаковки или покрытий для пластиковых контейнеров с целью ограничения диффузии газов и, следовательно, увеличения срока годности. Современные исследования этих “чувствительных” поверхностей направлены на создание материалов, способных реагировать на бактериальное загрязнение и противодействовать размножению бактерий. В России представлены разработки в виде антимикробных тканей и упаковок, которые позволяют дольше сохранять исходные качества продукции. Допустим в один жаркий летний день, мы оставили торт в машине, в этой ситуации упаковка защищает наш продукт, включая «нанохолодильник». Благодаря «наноиндекатору» молоко, у которого вышел срок годности в упаковке станет красным, а окрашивание в голубой цвет куриной грудки, покажет, что истек срок годности или же нарушена упаковка, а также условия хранения [5].

Нанотехнологии в пищевой промышленности являются многообещающей областью, которая может произвести революцию в этой сфере. Они могут улучшить качество продуктов, увеличить срок их хранения и сделать процесс производства более эффективным. Однако, на данный момент, они еще не получили широкого распространения в пищевой промышленности, возможно, из-за некоторых препятствий, таких как законодательные ограничения или недостаток знаний у производителей. Тем не менее, потенциал нанотехнологий в этой области огромен, и их дальнейшее развитие может привести к значительным изменениям в пищевой промышленности в будущем.

Нанотехнологии уже используются в пищевой промышленности для создания новых материалов и улучшения существующих. Например, наночастицы серебра могут быть использованы для создания покрытий, которые предотвращают рост бактерий и увеличивают срок хранения продуктов. Также нанотехнологии могут использоваться для создания новых вкусов и ароматов, а также для контроля качества продукции. Однако, необходимо учитывать возможные риски, связанные с использованием нанотехнологий в пищевой промышленности. Некоторые ученые считают, что наночастицы могут проникать через гематоэнцефалический барьер и наносить вред здоровью человека. Поэтому необходимо проводить дополнительные исследования в этой области [6].

В России проводятся исследования и разработки в области нанотехнологий для применения в пищевой промышленности. Научная организация «Агробиомедпром» создала установку для обогащения проросшего зерна микроэлементами. Для широкого внедрения нанотехнологий в пищевую промышленность необходимы дополнительные исследования и

разработка стандартов безопасности. Установка позволяет быстро и качественно получать растворы микроэлементов, которые нейтрализуют микотоксины и обогащают зерно полезными веществами.

Исследование И.Ф. Бородина [7] показало, что использование нанотехнологий позволяет сохранить плодоовощную продукцию. Для этого растения облучают когерентным светом, ширина спектральной линии которого менее 1 нанометра. Такой свет генерируется с помощью гелий-неонового лазера. Также используется низкокогерентный свет от лампы накаливания, спектральная полоса которого вырезается с помощью светофильтров. Этот опыт, проведенный под руководством академика Россельхозакадемии И.Ф. Бородина, позволяют сделать вывод, что когерентность света является важным параметром рабочего органа оборудования лазерных агротехнологий. Для достижения наилучшего биологического эффекта необходимо, чтобы ширина спектральной линии составляла от 20 до 30 нанометров. Такое условие важно при обработке не только плодов, но и других растительных организмов. Это позволяет отнести процессы облучения когерентным, особенно лазерным, светом к категории нанотехнологий. В пищевой промышленности нанотехнологии применяются в основном для создания новых видов упаковки и контроля качества продукции. Одним из первых примеров применения нанотехнологий в пищевой промышленности было использование наноматериалов для создания более прочной и легкой упаковки. В настоящее время многие компании работают над созданием «умной» упаковки, которая может дольше сохранять свежесть продуктов. Кроме того, нанотехнологии используются для контроля качества продукции и обнаружения вредных микроорганизмов. Большое количество исследований посвящено возможности введения наночастиц в упаковочные материалы с целью снижения бактерицидной обсемененности и скорости химических процессов (окисления, расщепления и т. д.), то есть максимально возможного продления сроков годности пищевого продукта так же нанотехнологии позволяют значительно улучшить барьерные характеристики, механические свойства и термостойкость материалов. Эта упаковка обладает антимикробными и антибактериальными свойствами, а также способна обнаруживать изменения микробиологических и биохимических показателей пищевых продуктов. Она содержит наноматериалы и является интеллектуальной системой, которая может автоматически устранять возможные пустоты или трещины в зависимости от условий окружающей среды. Немецкая компания «Вауег» разработала прозрачную пластиковую пленку с наночастицами силиката, которая делает материал более легким, прочным и термостойким, а также блокирует доступ кислорода и других газов, предотвращая порчу продуктов.

Таким образом, использование инновационных технологий позволяет создавать конкурентоспособную продукцию высокого качества при низкой себестоимости. Уровень автоматизации производства постоянно растет, как и количество внедренных систем программного обеспечения. Высокоэффективные энергосберегающие технологии активно используются с применением высокотехнологичных производств. Сегодня есть все предпосылки для активного внедрения и продвижения нанотехнологий во всей сфере экономики и в сельском хозяйстве, в частности. Нанотехнологии — это шаг в будущее, который поможет достичь значительный успех в сельском хозяйстве.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Blanco, C. Determining nanomaterials in food. Trends in Analytical Chemistry (2010) doi: 10.1016/j.trac.2010.08.010/C. Blanco, Y. Pico., в печати).
2. Попов, К. И. Пищевые нанотехнологии: Перспективы и проблемы / К. И. Попов, А. Н. Филиппов, О. В. Красноярова // Мясные технологии. – 2010. – № 1(85). – С. 6-11.
3. HYPE WORL/ Нанотехнологии в пищевой промышленности: от улучшения вкуса до увеличения срока годности//Технологии: интернет-портал. – URL:<https://hwone.ru/nanotehnologii-v-pischevoy-promyshlennosti-ot-uluchsheniya>
4. Франс В.Х. Камперс. Применение нанотехнологий в пищевой промышленности, сельском хозяйстве и экологии//Мир стандартов. 2007. № 5 (16). С. 42–44.
5. Алешков, А.В. Нанотехнологии в пищевой промышленности: возможности и риски // Вестник ХГАЭП. – 2011. – Т. 54. – № 3. – С. 135–150.
6. Пат. 2493936 Российская Федерация МПК В82У40/00. Устройство для получения наночастиц материалов / Крейцберг Георгий Николаевич, Завойстый Иван Витальевич, Грачева Ирина Евгеньевна, Крейцберг Ольга Георгиевна. - № 2011152289/02; заявл. 22.12.2011; опубл. 27.09.2013; Бюл. № 12.- 2 с.: 3 ил., 1 табл.
7. Бородин И.Ф. Нанотехнологии и наноматериалы в агропромышленном комплексе: науч. изд. / И.Ф. Бородин. М.: Росинформротех, 2008. - 148 с.