

Следовательно, по комплексному показателю желательности, наилучшим вариантом заполнения будут являться «Соты», так как в них соблюдено наиболее уместное соотношение времени печати, прочностных характеристик и количества затрачиваемого материала.

Так же научный интерес представили механические характеристики образцов изготовленных при критических температурах печати, а именно температуре сопла (максимальная и минимальная температуры).

Для проведения испытаний была выбрана определённая форма заполнения ячеек, показавшая себя наилучшим образом в предыдущих испытаниях, а именно «Соты».

Проанализировав данные, можно сделать заключение о том, что варьирование температурных режимов печати не дает положительной динамики прочностным характеристикам, а наоборот, ухудшает их. Из чего следует, что нет необходимости в печати при критических температурах, а лучше всего применять усреднённые рекомендуемые температурные режимы [4].

На сегодняшний день, пластики используются практически в любом производстве Республики Беларусь. Также они стали неотъемлемой частью и в жизни каждого гражданина. Поэтому создание PLA-пластика на основе кукурузы – это прогрессивный метод замены обычного, не разлагаемого пластика, на экологически чистый, который станет основным источником сырья для всех отраслей промышленности.

Список используемых литературных источников

1. Ермаков, А.И. Утилизация тары и упаковки: учеб.-метод. пособие / А.И. Ермаков. – Минск : БНТУ, 2017. – 194 с.

2. Ермаков, А.И. Применение 3D-печати в кондитерском производстве / А.И. Ермаков, С.В. Чайко / НАУКА – ОБРАЗОВАНИЮ, ПРОИЗВОДСТВУ, ЭКОНОМИКЕ: Материалы 15-й Международной научно-технической конференции (70-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ) в 4 томах, Минск, май 2017г. / БНТУ. – Минск, 2017. – Том 4 – С. 503.

3. Ермаков, А.И. Разработка 3d-принтера для образовательных учреждений / А.И. Ермаков, В.В. Книга, Е.П. Мелещеня, А.А. Третьякова // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей III международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 марта 2017 г. / БГАТУ; редкол.: В.Я. Груданов [и др.]. – Минск, 2017. – С. 426–428.

4. Савченя, А.А. Исследование влияния технологических параметров 3D-печати PLA пластиком на механические характеристики изделий / А.А. Савченя, А.И. Ермаков // Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий : материалы 16-го Международного научного семинара, проводимого в рамках 18-ой Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике» 26 марта 2020 года, Минск, Республика Беларусь. – Минск : Право и экономика, 2020. – С. 231–232.

УДК 537:664

**Челомбитько М.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,
Корко В.С., кандидат технических наук, доцент, Гайдук Д.С.**
Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск

ПРИМЕНЕНИЕ ИРРАДИАЦИИ В ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Облучение пищевых продуктов (применение ионизирующего излучения к пищевым продуктам) – это технология, которая повышает безопасность и продлевает срок хранения

пищевых продуктов за счет уменьшения или уничтожения микроорганизмов и насекомых. Подобно пастеризации молока и консервированию фруктов и овощей, облучение может сделать пищу более безопасной для потребителя. Национальные и международные организации и регулирующие органы пришли к выводу, что облученные продукты питания безопасны и полезны. Несмотря на его ограниченное использование в прошлом, применение облучения пищевых продуктов растет, поскольку потребители начинают ценить преимущества облученных пищевых продуктов. Интерес к использованию облучения пищевых продуктов возрос после того, как в 1997 г. Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA – US Food and Drug Administration) одобрило облучение для борьбы с микроорганизмами и насекомыми необработанного красного мяса и мясных продуктов. Это одобрение привело к многочисленным исследованиям в различных областях применения облучения пищевых продуктов. Поскольку пищевые продукты обычно предварительно упаковываются до облучения, возможность попадания радиолитических продуктов из упаковочных материалов в пищевые продукты требует оценки безопасности. Следовательно, использование этих упаковочных материалов подлежит рассмотрению и утверждению регулирующими органами перед их использованием.

Представленный материал является результатом анализа имеющихся международных исследований в области использования иррадиации, как нетеплового метода обработки пищевых продуктов для инактивации микроорганизмов с целью сохранения качества пищевого продукта и продления срока его хранения.

Облучение пищевых продуктов. Излучение для обработки пищевых продуктов достигается за счет применения гамма-лучей (с радиоизотопом Co-60 или цезий-137), электронных лучей (высокая энергия до 10 МэВ) или рентгеновских лучей (высокая энергия до 5 МэВ). Использование ионизирующего излучения для консервирования продуктов питания началось в начале 1920-х годов. Позже, в 1950–1960-е годы, армия США провела исследования по низкодозному и высокодозному облучению военных пайков. Эти эксперименты вызвали аналогичные исследования в других странах, и с тех пор интерес к облучению пищевых продуктов растет. При правильном применении облучение может быть эффективным средством устранения и / или уменьшения заражения микробами и насекомыми наряду с вызываемыми ими болезнями пищевого происхождения, тем самым повышая безопасность многих пищевых продуктов, а также продлевая срок хранения.

Безопасность при употреблении облученных пищевых продуктов. Безопасность облученных пищевых продуктов для потребления человеком ставится под сомнение, поскольку ионизирующее излучение может привести к химическим изменениям. Таким образом, полезность облученных пищевых продуктов стала предметом серьезных национальных и международных исследований, которые были проанализированы и оценены совместными комитетами экспертов Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Продовольственной безопасности и сельскохозяйственной организацией (ФАО) ООН. Эти группы экспертов пришли к единому мнению, что процесс облучения пищевых продуктов не представляет каких-либо повышенных токсикологических, микробиологических или пищевых опасностей, помимо тех, которые возникают при использовании традиционных методов обработки пищевых продуктов. Эти организации, наряду с Комиссией Codex Alimentarius и многочисленными регулирующими органами, одобрили безопасность облучения пищевых продуктов при условии использования надлежащей производственной практики (GMP) и надлежащей практики облучения (GIPs). Это привело к одобрению облученных пищевых продуктов правительствами многих стран, хотя не все эти одобрения привели к использованию облучения на рынке.

Маркировка. Как и другие формы обработки, облучение может повлиять на характеристики пищевых продуктов. Выбор потребителя требует, чтобы облученные пищевые продукты были надлежащим образом маркированы, и в соответствии с общими требованиями к

маркировке информировали потребителя о том, что пищевые продукты были облучены. Однако маркировка облученных пищевых продуктов в США пересматривается. Если цельные продукты были облучены, FDA требует, чтобы на этикетке была фраза «обработанные радиацией» или «обработанные облучением». Тем не менее, если облученные ингредиенты добавляются в продукты, которые не подвергались облучению, никакой специальной маркировки на розничных упаковках не требуется. Специальная маркировка требуется для продуктов питания, еще не поступивших на розничный рынок, которые могут подвергаться дальнейшей обработке, чтобы гарантировать, что продукты не будут подвергаться многократному облучению.

Принятие со стороны потребителей. Группы защиты прав потребителей выразили мнение, что потребители не хотят облученных пищевых продуктов. Несмотря на то, что преимущества и безопасность облучения пищевых продуктов были научно задокументированы, осведомленность общественности о такой информации была ограничена. Следовательно, потребители отказываются от облучения пищевых продуктов из-за того, что потребители не понимают, что такое облучение пищевых продуктов (16). Отсутствие знаний об облучении пищевых продуктов и о том, как оно работает, порождает опасения, что облученные продукты являются радиоактивными. Другая проблема заключается в том, что облученная пища содержит свободные радикалы и радиолитические продукты. Специалисты в области пищевых продуктов и здравоохранения могут сыграть важную роль в просвещении потребителя о преимуществах и ограничениях облучения пищевых продуктов и, таким образом, облегчить принятие потребителями облученных пищевых продуктов. Преимущества облучения пищевых продуктов (безопасность процесса, сокращение использования химических веществ и повышение качества и безопасности пищевых продуктов) по сравнению с другими методами сохранения пищевых продуктов, такими как консервирование, замораживание или химическая обработка, намного перевешивают недостатки – небольшое снижение количества питательных веществ (витаминов).

Правила облучения пищевых продуктов. Государственное регулирование облучения пищевых продуктов значительно варьируется от страны к стране. Там, где разрешено облучение, необходимы правила для лицензирования завода, радиоактивных материалов или процесса; обеспечение радиационной безопасности, экологической безопасности, а также здоровья и безопасности при эксплуатации станции; и обеспечить безопасную утилизацию любых опасных материалов по окончании эксплуатации. В каждой стране принят свой уникальный подход к внедрению, утверждению и регулированию технологии производства продуктов питания. Хотя эксперты международного комитета согласны с тем, что пищевые продукты безопасны и полезны для употребления после облучения в дозе до 10 кГр, ни в одной стране нет разрешения на облучение всех пищевых продуктов до этого предела. Большинство стран одобряют облучение пищевых продуктов в индивидуальном порядке.

Новые области применения облучения пищевых продуктов. Облучение – это эффективная форма консервирования пищевых продуктов, которая продлевает срок хранения пищевых продуктов и, следовательно, снижает их порчу. Этот процесс также приносит пользу потребителю, поскольку снижает риск заболеваний, вызванных болезнями пищевого происхождения. Облучение пищевых продуктов может быть достигнуто с использованием низких, средних или высоких доз радиации. Облучение в малых дозах (<2 кГр) используется для задержки прорастания овощей и старения фруктов; средняя доза (от 1 до 10 кГр) используется для снижения уровня патогенных организмов, как при пастеризации; а высокая доза (> 10 кГр) используется для достижения стерильности продукта.

Облучение пищевой упаковки. Чтобы предотвратить повторное заражение, пищу обычно упаковывают перед облучением. Следовательно, влияние излучения на упаковочные материалы для пищевых продуктов также необходимо учитывать при оценке безопасности облученных пищевых продуктов. Облучение может вызвать изменения в упаковке, которые

могут повлиять на целостность как барьер для микробного загрязнения. Облучение может также производить продукты радиолиза, которые могут проникать в пищу, влияя на запах, вкус и, возможно, безопасность пищи. Многие материалы для упаковки пищевых продуктов сделаны из полимеров. Радиация не влияет на все свойства полимера в одинаковой степени. Следовательно, при выборе полимера для конкретного применения необходимо учитывать влияние излучения на общую стабильность материала. В США компоненты упаковки, используемые для хранения пищевых продуктов во время облучения, должны пройти предварительное одобрение FDA.

Большинство упаковочных материалов, перечисленных в 21 CFR (Code of Federal Regulations) 179.45, представляют собой пленки и однородные структуры, утвержденные в 1960-х годах. Эти материалы не в полной мере отвечают сегодняшним потребностям, поскольку современные материалы более востребованы в пищевой промышленности. Многие современные материалы еще не прошли оценку FDA. Эти материалы могут содержать адъюванты, которые предотвращают возникновение нежелательных реакций во время обработки полимера и последующего облучения. Адъюванты могут быть добавлены для минимизации потери химических и физических свойств, например, к полимерам добавляются антиоксиданты для предотвращения окисления полимера, УФ-стабилизаторы добавляются для предотвращения изменения цвета полимеров при воздействии света. Адъюванты особенно склонны к разложению при облучении, поскольку они разрушаются преимущественно по сравнению с полимером. Следовательно, необходимо также оценить радиационно-индуцированное разложение различных полимерных адъювантов, включая антиоксиданты, пластификаторы, покрытия, разделительные агенты и стабилизаторы.

Список использованной литературы

1. Burg, K.J.L.; Shalaby, S.W. In *Irradiation of Polymers: Fundamentals and Technological Applications*; Clough, R.L.; Shalaby, S.W., Eds.; ACS Symposium Series 620; American Chemical Society, Washington, DC. 1996, pp 240–245.
2. Kuznesof, P.M. *Irradiation of packaged foods: FDA perspectives on packaging materials*. Paper presented at Engineering Foundation Conference on Advancing Food Technology with the Irradiation Process, 1987, November 15-20, Santa Barbara, California.
3. Lacroix M. and Quattara B. Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products - a reviewed. *Food Research International*. 2000. vol. 33, pp. 319–724.
4. Moreira R.G. Food irradiation using electron-beam accelerators. In: Hui YH (ed) *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Boca Raton, FL: CRC Press. 2010, vol. 124. pp. 1–8.

УДК 664.22/.27

**Андреева С.С., кандидат технических наук, доцент,
Пивоваров Е.П., доктор технических наук, доцент**
Харьковский государственный университет питания и торговли, Украина

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРАХМАЛОВ СЕРИИ «CHEESE MAKER»

За последние годы наблюдается тенденция увеличения спроса на новые виды продукции, в том числе заменителей аналогов или имитацией пищевых продуктов, которая является результатом внедрения в производство высокоэффективных технологий и отвечает современным требованиям нутрициологии.