

## **Стерилизация печеного хлеба гамма-излучением и электронами высокой энергии**

К.т.н. В.Т. Антуфьев, аспирант Г.Н. Слабыня, аспирант А.С. Громцев

Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых производств, факультет техники  
пищевых производств, кафедра техники пищевых производств и  
торговли.

*Имеется достаточно сведений о влиянии излучения на микроорганизмы и другие одноклеточные. Как известно, микробиологическая порча зачастую является первопричиной снижения качества продукта при резко переменных температурных условиях окружающей среды. Авторами к настоящему моменту проведен цикл экспериментов, в ходе которого определена доза облучения хлеба, которая обеспечивает его длительное хранение.*

Ключевые слова: стерилизация, консервирование, микробиологическая порча, гамма-излучение.

В неблагоприятной экологической обстановке пища может стать источником и носителем потенциально опасных для человека химических и биологически активных соединений, являющихся продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Соединения, опасные для здоровья, содержатся как в сырье, так и в пищевых продуктах на различных технологических стадиях переработки, фасовки, хранения и реализации. В то же время, безопасность и качество пищи - одно из основных условий, определяющих здоровье нации. В России в последние годы из-за резкого спада производства продуктов питания и оттока сельскохозяйственного сырья в сферу предприятий малой мощности возрастает опасность микробного заражения и, как следствие, снижения качества пищевой продукции.

Печеный хлеб был и остается одним из основных продуктов питания. Большинство из нас любит свежее испеченный хлеб, но в условиях, когда снабжение свежим печеным хлебом невозможно или крайне затруднено (различные экспедиции, лесозаготовки, рыбные промыслы, охота, морской флот и подводный в частности и т.д.), вызывается необходимость применения различного рода хлебных консервов и специальных хлебных изделий, способных выдерживать длительное хранение.

Имеется достаточно сведений о влиянии излучения на микроорганизмы и другие одноклеточные, которые позволяют оптимистически предположить о возможности сохранения высоких качеств продуктов без замораживания. Как известно, микробиологическая порча зачастую является первопричиной

снижения качества продукта при резко переменных температурных условиях окружающей среды.

Упаковка хлеба выполняет несколько функций, из которых четыре наиболее значимые: защитная, увеличение срока хранения, информационная и маркетинговая.

Первая обеспечивает защиту от воздействия внешних факторов — таких, как влажность, пыль, насекомые, механические повреждения и потеря товарного вида на всех этапах пути от производителя до потребителя: погрузка-разгрузка, транспортирование, продажа в магазине или палатке и т. д.

При хранении хлеб черствеет в результате протекания физико-химических процессов, связанных со старением клейстеризованного крахмала. При старении структура крахмала уплотняется, происходит частичное выделение влаги, поглощенной при клейстеризации, которая воспринимается белками мякиша. Полностью предотвратить черствение мякиша не удастся, но упаковка замедляет этот процесс, увеличивает срок хранения от трех до пяти суток.

Информационная функция: нанесение на пленку печатного изображения позволяет покупателю идентифицировать производителя хлеба, предоставляет ему информацию о составе, сроке изготовления, пищевой ценности и т. д. Упаковка хлеба должна быть прозрачной, чтобы покупатель визуально мог оценить качество и привлекательность продукта. Производитель получает еще одно преимущество: защиту его продукции от подделки.

Маркетинговая функция упаковки в последнее время становится одной из главных, так как прозрачная глянцевая упаковка с ярким рисунком заставляет покупателя обратить внимание на данный товар, а в последующем позволяет ему легко находить понравившуюся продукцию на прилавке, т.е. играет значительную роль в увеличении объема продаж и расширении производства.

В различных предлагаемых упаковочных материалах можно легко запутаться: бумага, вощеная бумага, целлофан, полиэтилен, ВОРР, полипропилен, ПВХ; многие компании не указывают материал, заменяя его фирменным названием производителя.

Для начала исключим материалы, в которые хлеб вообще не упаковывают. В первую очередь — это целлофан или гидратцеллюлозная пленка. Это прекрасный, но очень дорогой материал, в настоящее время в него упаковываются только некоторые элитные продукты, например, очищенные фрукты или некоторые сорта сигар. Использование этого материала для упаковки такого товара, как хлеб, очень накладно, поэтому автор считает, что термин «целлофан» попадает в статьи по упаковке хлеба исключительно по привычке называть любую прозрачную пленку целлофаном.

Вторым материалом, вызывающим возражение, являются бумага или бумажные пакеты. Несомненно, в бумажные пакеты хлеб упаковывать можно. Но это должны быть специальные сорта бумаги и пакет из нее будет сравним по стоимости с самим продуктом. Возможно, в некоторых магазинах продавцы и укладывают хлеб в бумажные пакеты при продаже, но это выбор самого

магазина, а не производителя хлеба, и такой вариант упаковки больше подходит именно для розничной торговли. Кроме того, бумажный пакет непрозрачен, т.е. нарушается информационная функция упаковки.

Консервирование хлеба — основного продукта питания — имеет существенное значение.

Все существующие методы консервирования пищевых продуктов могут быть разбиты на 5 групп, а именно:

1. Консервирование при помощи низких температур;
2. Консервирование посредством обезвоживания;
3. Консервирование при помощи возбудителей различного вида брожения (соленье, квашенье);
4. Консервирование прибавлением антисептических веществ;
5. Нагревание до известной температуры с последующим хранением в герметически закрытой посуде.

На наш взгляд перечисленные методы не всегда позволяют решить задачу обеспечения печеным хлебом отдельных контингентов людей, находящихся в отрыве от мест производства этого продукта. Нами проведены теоретические исследования и создана экспериментальная установка для обработки хлебобулочных изделий непосредственно в упаковке с использованием метода радиационной стерилизации.

Стерилизация при помощи гамма излучения и электронов высокой энергии, именуемая радиационной стерилизацией известна уже около 50 лет. При прохождении электронов через пищевой продукт большая часть их энергии расходуется на ионизацию, приводящую к разрушению микроорганизмов. В результате уровень болезнетворных бактерий и вирусов снижается, начиная с определенной дозы, пропорционально поглощённой энергии электронов. После гибели микроорганизмов нет смысла увеличивать дозу облучения, т.к. это приводит к появлению посторонних привкусов и снижению качества хлеба. Эта задача сейчас решается экспериментально. Радиационная стерилизация требует больших капитальных затрат, но имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими методами стерилизации:

1. Стерилизация изделий осуществляется, когда они уже помещены в герметичные упаковки, что обеспечивает длительные сроки сохранения стерильности.
2. Упаковки с облучёнными электронным пучком изделиями не содержат канцерогенных веществ как при газовой стерилизации.
3. Изделия можно стерилизовать прямо в коробах, поставляемых конечному пользователю.
4. Изделия можно использовать сразу после облучения.
5. Изделия при облучении незначительно нагреваются и не намокают.
6. Радиационная стерилизация не создаёт сопутствующих вредных веществ в зоне работы установки.

Технологический эффект облучения зависит от условий облучения и дозы поглощенной энергии, так:

- низкие дозы (до 1 кГр) — тормозят прорастание овощей и фруктов в процессе хранения, уничтожают насекомых, амбарных вредителей;
- средние (1—10 кГр) — губительны для многих видов вегетативных форм микробов обеспечивают "холодную стерилизацию" продукции;
- высокие (10—50 кГр) — подавляют жизнедеятельность микробов и спор.

Облучение проводят:  $\gamma$ -квантами, ускоренными электронами, рентгеновским (тормозным) излучением. На технологическом участке радиационной стерилизации продуктов на базе ускорителя электронов.

Следует отметить, что обработка пучками электронов со значениями энергии до 10 МэВ, тормозным излучением и  $\gamma$ -квантами с энергией до 5 МэВ не создает наведенной радиоактивности в пищевых продуктах.

К настоящему моменту проведен первый цикл экспериментов, в ходе которого определена примерная доза облучения хлеба 9—10кГр, которая не дает посторонних привкусов. Далее запланирована серия опытов, в которых будут обработаны методом радиационной стерилизации 25 образцов (упакованный хлеб «Дарницкий») и заложены на хранение на 1,3 и 6 месяцев. Для контроля будут заложены в такие же условия 25 образцов обработанных спиртовым методом стерилизации. Согласно разработанной методике будут периодически проверяться микробиологические, физико-химические и органолептические показатели облученных образцов и сравниваться с показателями эталонных партий.

## Список литературы

1. «Установка для пастеризации пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №91998г. (Франция).
2. «Электронно-лучевая обработка пищевых продуктов», Реферативный журнал; Оборудование пищевой промышленности, №8 –1998г. (США).
3. И.П. Шаргородская, В.А. Пожидаев перевод, ISBN 5-7684-0173-3 М.; "Азбука" "Терра" 1997г.
4. Тара и упаковка; Под ред. Э.Г. Розанцева; М.; МГУПБ; 1999.
5. "Пакет" №3(14), июнь 2002г.
6. "Пакет" №5(10), октябрь 2001г.
7. "Пакет" №4 (5), ноябрь 2000г.