

Радиационная поверхностная стерилизация

Соковнин С.Ю.,

Ведущий научный сотрудник, д.т.н. Институт электрофизики УрО РАН.

Микробное загрязнение поверхности продуктов является одним из факторов, приводящих к пищевым отравлениям (в мире умирает более 400 000 человек/год). Поэтому во всем мире возрастает использование в медицине и упаковке пищевых продуктов одноразовых изделий, большинство из которых изготавливают из нетермостойких материалов. Одновременно происходит ужесточение гигиенических нормативов. Обе эти тенденции расширяют рынок технологий стерилизации, что позволяет оптимистично рассматривать будущее таких технологий.

В настоящее время широкое применение в пищевой промышленности и медицине находит метод радиационной стерилизации (РС) и дезинфекции, т.е. полное уничтожение или снижение концентрации микроорганизмов в изделиях и продуктах до заданного уровня с помощью ионизирующего излучения. Связано это с тем, что для некоторых материалов и изделий принципиально невозможно использование иных видов стерилизации (например: термической, химической и др.). Важно, что для РС не представляет проблемы наличие герметичной пластиковой оболочки, которая позволяет решить проблему повторного обсеменения изделий при хранении.

Классическая РС имеет серьезные недостатки. Ионизирующее излучение приводит не только к уничтожению микроорганизмов, но и изменению свойств облучаемых изделий. Это противоречие можно решить как управляя свойствами применяемого излучения, прежде всего его проникающей способностью, так и подбором облучаемых продуктов, которые должны обладать некоторыми свойствами: 1) несъедобной или снимаемой при использовании оболочкой (яйца, цитрусовые, картофель, чеснок, лук и т.п.); 2) порчей с поверхности продукта и отсутствием внутренних полостей; 3) стерильностью объема при нормальных условиях изготовления или переработки (кусковое мясо и мясопродукты, гранулы корма животных и т.п.).

Данный подход существенно ограничивает сферу применения поверхностной РС (ПРС), зато потенциально содержит возможность вывода (хотя бы частично) этой технологии из-под законодательных ограничений РС из-за того, что используемая для питания/лечения человека и животных часть продукции/лекарства не облучается. Если точнее, то облучение все же происходит, но тормозным излучением. Доля преобразуемой в тормозное излучение энергии пучка зависит линейно от эффективного атомного номера и квадратично от энергии электронов. В рассматриваемом диапазоне энергий электронов

(0,2-0,5 МэВ), характерном для ПРС, для эффективного атомного номера биоткани (7,4) она находится на уровне $< 0.06\%$, что позволяет ожидать при поверхностной дозе ~ 10 кГр (предел дозы при облучении продуктов) дозу от тормозного излучения на уровне < 6 Гр. Данный дозовый диапазон не вызывает заметных (для современных методов исследований) изменений в продуктах и зародышах.

Исходя из особенностей ПРС можно сформулировать 2 группы требований к источнику ионизирующего излучения: 1) ускоритель электронов прямого действия с энергией электронов 0,2-1 МэВ и средней мощностью в пучке на уровне 1 кВт; 2) экономичность, стабильность параметров и надежность, простота в обслуживании и ремонте. Этим требованиям в значительной мере соответствуют частотные наносекундные ускорители электронов серии УРТ, созданные в ИЭФ УрО РАН по схеме тиратрон – импульсный трансформатор – полупроводниковый прерыватель тока, которые имеют размеры и стоимость примерно на порядок ниже ускорителей типа ИЛУ и ЭЛВ при равной энергии электронов и средней мощности.

Известно более сильное бактерицидное действие наносекундного электронного пучка (НЭП), что даст возможность в 2-3 раза уменьшить величину поглощенной дозы при том же дезинфицирующем действии, что увеличивает производительность метода при тех же затратах энергии и материальных средств.

В докладе будут обсуждены особенности некоторых технологий ПРС, которые показали свою техническую и экономическую значимость, подошли к этапу необходимости внедрения. Прежде всего, это ПРС инкубационных яиц, которая позволит, как минимум, существенно уменьшить использование антибиотиков при выращивании птенцов, т.е. выращивать диетическое мясо, при этом технология формально не требует сертификации, так как получаемое при выращивании бройлеров мясо не облучается. Кроме того, РПС кормов для птицы уменьшит вероятность передачи инфекций через этот канал, а также позволит использовать инфицированные микроорганизмами корма после обработки НЭП. Возможно использование помета птиц после РПС, который содержит не усвоенный птенцами корм, в качестве добавки в корма, что позволит уменьшить использование кормов до 10%.

Что касается РПС пищевых яиц, мяса и субпродуктов, то ее необходимость по соображениям безопасности, экономическая эффективность и техническая возможность не подлежат сомнению, но ограничиваются существующей законодательной базой и радиофобией. Перспективны и, в настоящее время, проводятся исследования по применению РПС других объектов с несъедобной или снимаемой при использовании оболочкой, прежде всего: цитрусовых, бананов, картофеля, чеснока, лука и т.п.