

ПОТРЕБНОСТЬ В БЕЗОПАСНОМ ПРОДОВОЛЬСТВИИ ВОЗРАСТАЕТ

РАДИАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ: СВОЕВРЕМЕННОЕ РЕШЕНИЕ

ПЕЙСАН ЛОАХАРАНУ

Для многих государств обеспечение безопасного продовольствия стало важнейшим вопросом. Получившие широкую огласку инциденты показали, что вспышка тяжелого пищевого отравления может иметь последствия в сферах политики, экономики и здравоохранения. В то же время благодаря повышению интереса к этой проблеме и росту числа публикаций в СМИ информированность и обеспокоенность общества относительно безопасного продовольствия вышли на новый уровень. Проблемы, связанные с коровьим бешенством и генетически модифицированными продуктами питания, также стали предметом внимания и беспокойства.

За последние десять лет значительно возросло понимание риска, сопряженного с микробиологическим заражением пищи. Произошло несколько широко освещавшихся в СМИ крупных вспышек пищевых отравлений, вызванных различными патогенными бактериями и паразитами.

Это способствовало повышению внимания к технологии обработки пищи, которая обеспечивает безопасность и качество продуктов питания. В данной статье рассказывается о достижениях в применении для обработки пищи радиационной технологии, которая была одобрена для использования в более чем 40 странах.

ПИЩЕВЫЕ ОТРАВЛЕНИЯ

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), ежегодно во всем мире

отмечается свыше 4 млрд. случаев диарей, причем значительное их большинство – в развивающихся странах. Согласно статистическим данным по промышленно развитым странам, до 10% населения этих стран ежегодно страдают от заболеваний пищевого происхождения.

Недавние вспышки пищевых отравлений во многих промышленно развитых странах показывают, что сырые продукты питания, включая домашнюю птицу, мясо и мясные продукты, морепродукты, фрукты и овощи, часто заражены одной или несколькими патогенными бактериями, такими как *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *Listeria*, *Shigella*, *Vibrio*, *E. coli* O157:H7, и паразитами, например простейшими, нематодами и трематодами. Эти отравления помимо снижения производительности экономики зачастую приводили к тяжелым, хроническим или фатальным последствиям. Согласно данным Центра США по борьбе с болезнями и их профилактике, пищевые отравления в США каждый год являются причиной 5 тыс. случаев смерти, 325 тыс. случаев госпитализации и 76 млн. случаев заболевания.

Глобализация торговли пищевыми продуктами и процесс слияния среди основных производителей продовольствия могут усугубить проблему заболеваний пищевого происхождения. Вследствие высоких скоростей современных транспортных систем пища, произведенная в одной стране, может быть потреблена в других странах в течение нескольких часов или дней. За-

ражение пищевых продуктов, произведенных в массовых масштабах той или иной крупной продовольственной компанией, может быстро распространиться на страны, которые ввозят эти продукты. Кроме того, ассортимент пищевых продуктов растет значительно быстрее, нежели способность правительств импортирующих стран проверять их. Так, по оценкам Управления США по контролю за качеством продуктов питания и лекарств (ФДА), число наименований импортируемых пищевых продуктов увеличилось с 2,7 млн. в 1997 г. до 4,1 млн. в 2000 г. Однако из-за ограниченности ресурсов ФДА может проверить лишь менее 1% всех ввозимых продуктов.

БЕЗОПАСНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Ученые еще в 70-х гг. пришли к выводу, что облучение может эффективно применяться для инактивации различных патогенных бактерий и паразитов в пище. В середине 80-х гг. эта методика получила поддержку в докладе специальной комиссии Международной консультативной группы по облучению пищевых продуктов (МКГОП), которая провела детальную оценку риска. Группа была создана под

Г-н Лоахарану – руководитель Секции продовольствия и охраны окружающей среды Объединенного отдела ФАО/МАГАТЭ по ядерным методам в продовольственной и сельскохозяйственной областях.

эгидой МАГАТЭ, Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО) и ВОЗ в 1984 г. В 1986 г. специальная комиссия пришла к заключению, что “в настоящее время и в прогнозируемом будущем отсутствует технология, позволяющая производить сырые пищевые продукты животного происхождения, особенно из птицы и свинины, в которых может быть гарантировано отсутствие определенных патогенных микроорганизмов и паразитов, таких как *Salmonella*, *Campylobacter*, *Trichinella*, *Toxoplasma*. Следовательно, эти продукты представляют значительную угрозу для здоровья населения. Таким образом, там, где эти продукты занимают важное место в эпидемиологии заболеваний пищевого происхождения, следует серьезно рассмотреть возможность радиационного обеззараживания/дезинфекции”.

Служба безопасности и инспекции продовольствия (ФСИС) Министерства сельского хозяйства США успешно следовала этой рекомендации. В 1988 г. она обратилась в FDA с просьбой одобрить применение облучения для борьбы с патогенными бактериями в мясе птицы и в мясopодуктах. После тщательной оценки облучения мяса птицы в 1992 г. FDA разрешило облучение с данной целью при максимальной дозе 3 кГр. Программа контроля качества облучения мяса птицы была одобрена ФСИС в 1994 г.

Хотя некоторые европейские страны применяли облучение в небольших масштабах с коммерческими целями в начале 90-х гг. для обеспечения надлежащего гигиенического качества твердой пищи, особенно специй, креветок и лягушачьих лапок, разрешение на облучение куриного мяса стало первой вехой на пути использования данной технологии для обеспечения микробиологической безопасности пищевых продуктов в мировом масштабе.

Совпало так, что первая коммерческая установка для облучения продуктов питания, где в качестве источника излучения использовался кобальт-60, была введена в строй в начале 1992 г. в Малберри, близ Тампы, штат Флорида. Противодействие (по идеологическим мотивам) ее созданию и эксплуатации со стороны ряда групп потребителей и связанное с этим широкое освещение ситуации в средствах массовой информации обеспечили общественности насущно необходимую информацию о преимуществах и недостатках облучения пищи.

К счастью, именно информационные службы способствовали правильной оценке вопросов безопасности и технологии. В декабре 1991 г., как раз перед выдачей лицензии на установку по облучению в Малберри, популярная в США телевизионная серия журналистских расследований “20/20” показала передачу “Действие страха”, в которой подвергалась сомнению достоверность доводов противников этого метода.

Даже после этого ни одна продовольственная компания не приняла решения использовать облучение для гарантии микробиологической безопасности мяса птицы в основном потому, что, несмотря на убедительные научные данные, стимулы для этого отсутствовали. До сих пор необлученное мясо птицы, часто зараженное патогенными бактериями, такими как *Salmonella* и *Campylobacter jejuni*, продолжает поступать на рынок без какой-либо обработки.

Действие *E. coli*. С 80-х гг. в научных статьях стали появляться сведения о том, что ряд выявленных патогенных бактерий, в том числе *E. coli* 0157:H7 и *Listeria monocytogenes*, могут вызывать тяжелые пищевые отравления, особенно у маленьких детей, пожилых людей и людей с нарушениями иммунитета. Прогнозы этих ученых оказались

верными – в начале 1993 г. тяжело заболели сотни людей, в том числе несколько детей в возрасте до пяти лет, съевших плохо прожаренные гамбургеры в сети ресторанов на западном побережье США; четыре ребенка умерли от заражения *E. coli* 0157:H7. Исследования показали, что фарш, использовавшийся для приготовления гамбургеров, был заражен этой смертоносной бактерией, которая не была полностью дезактивирована вследствие недостаточной термообработки, применявшейся в данной сети ресторанов.

СМИ в общенациональном масштабе освещали это печальное событие, и впервые люди осознали, каким риском чревато наличие в их повседневной пище этой новой патогенной бактерии. Против ресторанной сети было возбуждено несколько судебных исков, а внесудебные компенсации оценивались в несколько миллионов долларов.

С тех пор средства массовой информации неоднократно сообщали о случаях заболевания и смерти, вызванных *E. coli* 0157:H7. Одна из крупных вспышек произошла в Японии летом 1996 г. вследствие того, что в рамках масштабной программы школьных обедов в виде салата использовались свежие побеги редиса, что привело к заболеванию тысяч людей и гибели 11 школьников. Другой случай, имевший место в Шотландии в декабре 1996 г., был связан с потреблением зараженного мяса, купленного у местного мясника, и привел к смерти 16 пожилых людей.

Вспышки заболевания, вызываемого *E. coli* 0157:H7, побудили Isomedix, Inc., крупную компанию, занимающуюся радиационной обработкой, из Нью-Джерси, США, подать в 1995 г. заявку в FDA на разрешение облучения мяса и мясopодуктов. FDA потребовалось два года для рассмотрения этой заявки, прежде чем в 1997 г. она была удовлет-

ворена. ФСИС Министерства сельского хозяйства в декабре 1999 г. утвердила еще один норматив для программ контроля качества облученного мяса и мясoproдуктов.

Масштабы снятия продуктов с продажи. Вспышки вызванных *E. coli* O157:H7 заболеваний, приведших в 1993 г. к гибели детей, стали в США причиной масштабных инициатив в сфере регламентации. В 1994 г. ФСИС заявила, что фарш, в котором обнаружена эта патогенная бактерия, должен считаться “испорченным”, будь он сырым, замороженным или прошедшим термообработку. Хотя было уже много случаев вызванных патогенными бактериями вспышек пищевых отравлений, в том числе со смертельным исходом, впервые регулирующий орган объявил патогенную бактерию “снижающей качество примесь”.

По схожим причинам в 1996 г. ФДА объявило, что любые готовые к употреблению пищевые продукты, включая ветчину, вареную колбасу, салями, сыры и т. д., не должны быть заражены *Listeria monocytogenes*, которая может вызывать тяжелые симптомы у беременных женщин и людей с нарушениями иммунитета. Таким образом, эта бактерия была классифицирована как еще одна “снижающая качество примесь” для такого рода продуктов питания.

Крупнейшее в истории снятие пищевых продуктов с продажи произошло в августе 1997 г., когда фарш, произведенный крупным мясоперерабатывающим предприятием в штате Айова, США, оказался зараженным *E. coli* O157:H7. Компания побудила торговцев снять с продажи свою продукцию, которая уже была доставлена в несколько штатов США в количестве свыше 10 тыс. т. В результате компания была объявлена банкротом и ушла с рынка.

Другое крупное снятие с продажи было вызвано заражением

Listeria monocytogenes колбасы, произведенной в Иллинойсе крупной компанией по переработке мяса в декабре 1998 – январе 1999 г. Колбаса, производимая этой крупной пищевой компанией, распространялась по всей стране и вызвала сотни случаев заболевания и смерть нескольких потребителей с пониженным иммунитетом. Компания решила снять с продажи всю свою продукцию в количестве 13 тыс. т. Всего в результате потребления этой зараженной колбасы скончался 21 человек. Против компании был подан коллективный судебный иск, и дело еще находится в производстве.

Воздействие средств массовой информации. С 1993 г., когда национальные СМИ США широко освещали вспышки заболеваний, вызванных *E. coli* O157:H7, ученые, профессиональные ассоциации производителей продовольствия и некоторые представители СМИ стали требовать использования облучения для гарантии надлежащего гигиенического качества фарша. Однако их требования не привлекли большого внимания, поскольку в середине 90-х гг. облучение мяса и мясoproдуктов еще не было одобрено ФДА.

После того как в 1997 г. из продажи было изъято значительное количество фарша, СМИ стали решительно призывать к использованию облучения. Заголовки с требованиями использовать облучение для обеспечения надлежащего гигиенического качества пищи стали появляться в крупнейших газетах США, включая “Нью-Йорк таймс”, “Вашингтон пост”, “Ю-Эс-Эй тудей”, “Уолл-стрит джорнэл” и “Чикаго трибюн”.

Это способствовало распространению достоверной информации о безопасности и преимуществах облучения пищевых продуктов, а также лучшему пониманию той роли, которую облучение могло бы играть в

обеспечении надлежащего гигиенического качества пищевых продуктов. За этим последовали позитивные изменения в нормативных актах, и потребители, по видимому, стали охотнее приобретать облученную пищу в тех случаях, когда у них имелась возможность выбора.

Воздействие потребителей. Независимо от того, насколько та или иная технология безопасна и эффективна, она бесполезна, если ее отвергают потребители. Первоначально в пищевой промышленности и некоторых государственных органах было широко распространено мнение, что потребители будут неохотно покупать облученную пищу из-за неправильного понимания ими безопасности и преимуществ радиационной технологии и ее ассоциации со словом “ядерная”.

Хотя по-прежнему широко распространено заблуждение относительно облученных продуктов питания, данные изучения рынка и розничных продаж в нескольких странах показали, что степень положительного отношения потребителей к облученной пище была занижена.

В нескольких странах для оценки реакции розничных потребителей был проведен ряд пробных продаж облученных пищевых продуктов, которые имели четкую маркировку, указывающую, какую они прошли обработку. В 1986 г. в Таиланде было проведено исследование рынка облученных сосисок из ферментированной свинины (местное название “нхэм”), которые обычно потребляются в этой стране сырыми и часто заражены патогенами, например сальмонеллой. Его результаты показали, что потребители оценили микробиологическую безопасность облученных нхэм и объем их продаж был в 11 раз выше, чем у необлученных. В Бангкоке нхэм, обработанные облучением, были выпущены в продажу на постоянной основе, и с тех пор

ОБРАБОТКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ОБЛУЧЕНИЕМ В СТРАНАХ МИРА (ОЦЕНКИ НА 1999 г.; ОБЩИЙ ОБЪЕМ – 243 тыс. т)

Аргентина. Специи, сушеные овощи, чеснок, яйцепродукты, обезвоженная бычья сыворотка. 740 т.

Бангладеш. Сушеная рыба, замороженные продукты, стручковые. 229 т.

Бельгия. Пища для лабораторных животных, специи, замороженные лягушачьи лапки, креветки, ароматические травы и чай. 15 тыс. т.

Бразилия. Специи.

Венгрия. Специи, сушеные овощи. 800 т.

Вьетнам. Специи, сушеные травы.

Германия. Специи.

Дания. Специи.

Израиль. Специи, приправы и травы. 1 тыс. т.

Индонезия. Не указано. 4015 т.

Иран. Специи.

Канада. Специи. 3 тыс. т.

Китай. Специи, овощные приправы (чеснок, 32 тыс. т), сладкое картофельное вино, картофель, лук, обезвоженные овощи, охлажденное мясо, диетические продукты, рис, зерновые, пшеничная мука, специи. 72 тыс. т.

Куба. Бобы, лук, картофель.

Малайзия. Специи, травы и сухие ингредиенты пищевых продуктов.

Мексика. Сухие пищевые продукты. 4,6 тыс. т.

Нидерланды. Не указано. 30 тыс. т.

Норвегия. Специи.

Перу. Специи, пищевые добавки, корм для животных.

Польша. Специи, обезвоженные грибы и овощи. 300 т.

Республика Корея. Картофель, лук, чеснок, каштаны, грибы (свежие и сушеные), специи, сушеное мясо,

порошок из моллюсков, молотый красный перец, порошок соевого соуса, крахмал для приправ, сушеные овощи, дрожжевые и ферментативные продукты, порошок алоэ, продукты из женьшеня, стерилизованные продукты. 2,5 тыс. т.

Соединенное Королевство. Специи.

Соединенные Штаты. Специи, свежие продукты, куры. 50 тыс. т.

Таиланд. Ферментированные свиные сосиски (нхэм), специи для производства супов и других продуктов. 880 т.

Финляндия. Специи.

Франция. Специи и овощные приправы, мороженые креветки, лягушачьи лапки, птица (мороженое куриное филе). 25 тыс. т.

Хорватия. Маковое семя, молотый красный перец, корень алтея, лист алтея, березовый лист, лист мяты, лист тимьяна, цветки ромашки, экстракт зверобоя, экстракт мяты, экстракт валерианы. 37 т.

Чешская Республика. Сухие ингредиенты пищевых продуктов, специи. 850 т.

Чили. Специи и приправы, сушеные овощи, замороженные продукты (морепродукты). 635 т.

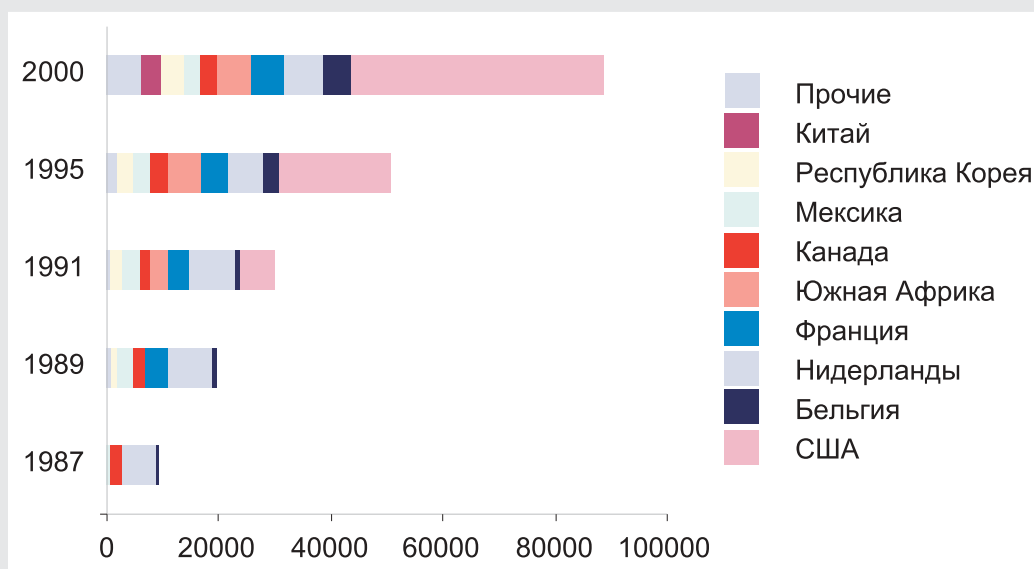
Югославия. Специи.

Южная Африка. Злаки, пахтанье, сублимированный сыр, обезвоженные продукты, обезвоженные и свежие овощи, сухофрукты, яйцепродукты, рыба, чеснок, оздоровительные добавки, продукты из меда, маринады, желе, консервированные продукты, соевые смеси, специи и травы, дрожжи "торулайт", овощной порошок. 11 492 т.

Япония. Картофель. 20 тыс. т.

Примечание: Оценочные данные представили не все страны.

ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ОБЩЕМИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ОБЛУЧЕННЫХ СПЕЦИЙ И СУХИХ ПРИПРАВ



они повсеместно признаны потребителями.

В 1987 г. в Калифорнии были проведены пробные продажи облученной гавайской папайи, и результаты показали, что ее продалось в 13 раз больше, чем папайи, обработанной горячей водой (оба вида обработки использовались для уничтожения яиц/личинки гавайской фруктовой мушки, чтобы не допустить ее проникновения на материковую территорию США). Было доказано, что облученная папайя превосходит по качеству обработанную горячей водой, и потребители оценили это преимущество.

Когда с 1992 г., после начала эксплуатации первой в США коммерческой установки по облучению пищевых продуктов, в Чикаго стали продавать облученную клубнику из Флориды, объем ее продаж превышал объем продаж необлученной клубники в 10–20 раз, в зависимости от сезона. Опять-таки для потребителей решающим фактором было качество, а облученная клубника оставалась свежей до двух недель, тогда как необлученная начинала портиться через несколько дней.

Пробная реализация и розничные продажи облученного продовольствия в других странах, включая Бельгию, Индию, Индонезию, Китай, Нидерланды, Францию, Чили и Южную Африку, дали схожие результаты. Всегда, когда облученные пищевые продукты поступали в продажу, для пробной реализации или в коммерческих целях, потребители предпочитали облученный продукт, обосновывая это его безопасностью и качеством.

По-видимому, ключевым фактором, воздействующим на восприятие потребителем облученных продуктов питания, является достоверная информация, а также поддержка этого метода

обработки национальными органами здравоохранения. Фактически отсутствуют данные о том, что при наличии выбора и соответствующей информации потребители будут неохотно приобретать облученные продукты питания.

КОММЕРЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

В настоящее время применение облучения к одному или более продуктам или группам продуктов питания одобрено в более чем 40 странах, и свыше 30 стран применяют его в коммерческих целях (*см. вставку*). В нескольких странах облучение используется для обеспечения микробиологической безопасности различных типов пищевых продуктов с начала 80-х гг. Общий объем облучаемых продуктов питания в последние годы значительно увеличился и достиг, по оценкам, 250 тыс. т в год (*см. вставку на стр. 40*).

Первоначально в пищевой промышленности значительный интерес вызывали возможности обработки ингредиентов пищевых продуктов, особенно специй и сушеных овощных приправ. Эти продукты должны соответствовать микробиологическим стандартам обработки готовой к употреблению или даже консервированной пищи. Специи и сушеные овощные приправы, обычно производимые в развивающихся странах с использованием традиционных методов обработки и приготовления, в большой степени заражены различными видами гнилостных и патогенных микроорганизмов. Без химической, термической или радиационной обработки продукты, содержащие такие зараженные ингредиенты, быстро портятся или, как в случае

консервированных продуктов, для их обработки требуется дополнительное нагревание, приводящее к снижению качества продукта.

С 1991 г. Европейский союз (ЕС) запретил применение этиленоксида и пропиленоксида для уничтожения микроорганизмов в специях и сушеных пищевых ингредиентах из-за канцерогенности этих препаратов и в силу требований охраны труда. Облучение явилось одной из реальных альтернатив. Тем не менее объем подвергаемых облучению в Европе специй и других пищевых ингредиентов сколько-нибудь существенно не увеличивался с середины 1995 г. вследствие жестких правил маркировки, введенных ЕС в отношении облученных продуктов и пищевых ингредиентов, вне зависимости от того, насколько мало их количество. Пищевая промышленность вынуждена использовать для гарантии микробиологической безопасности продуктов другие, менее эффективные и более дорогостоящие методы, которые не требуют маркировки.

Напротив, в США и других странах, где нет столь строгой регламентации в отношении маркировки облученных пищевых ингредиентов, облучение специй, сушеных овощных приправ и других пищевых ингредиентов с середины 90-х гг. значительно увеличилось. Объем облученных специй и других пищевых ингредиентов, произведенных в 2000 г., составляет около 90 тыс. т, причем большая их часть поступает в пищевую промышленность для обеспечения микробиологической безопасности и качества ее продукции.

Коммерческое облучение продуктов питания животного происхождения для обеспечения микробиологической безопасности стало также использоваться

в Европе. Импортируемые мороженые креветки и лягушачьи лапки регулярно подвергаются облучению в Бельгии, Нидерландах и Франции с 80-х гг. Как упоминалось выше, в Таиланде облученные нхэм успешно продаются с 1986 г.

В США на рынок поступает облученное мясо. Его коммерческая реализация началась после одобрения со стороны ФДА в 1997 г. и ФСИС в 1999 г. Коммерческая эксплуатация ускорителя электронов началась на комплексе переработки и хранения мяса в Сиу-Сити, Айова, в мае 2000 г. Сейчас коммерческие количества облученного мороженого мяса, главным образом говяжьего фарша, в котором гарантировано отсутствие *E. coli* O157:H7, широко продаются примерно в 20 штатах США. Кроме того, в июле 2000 г. в нескольких восточных штатах США начались продажи гамма-облученного свежего и замороженного фарша.

НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Открытие в последние два столетия термической пастеризации и приготовление пищи в микроволновых печах дали человечеству технологии, способные повысить микробиологическую безопасность и качество жидких пищевых продуктов, таких как молоко и фруктовые соки, а также упростить приготовление пищи. Во многих отношениях опасения по поводу использования облучения продуктов для гарантии их безопасности и качества напоминают опасения, высказывавшиеся в отношении пастеризации молока и использования микроволновых печей, когда эти технологии появились. Даже некоторые из выдвигавшихся в те далекие времена возражений против этих двух технологий использовались и в отношении

применения облучения пищевых продуктов.

В настоящее время возрастает осознание риска пищевых отравлений вследствие употребления продуктов животного происхождения, свежих фруктов и овощей, целых или предварительно нарезанных, а также минимально обработанной пищи. Таким образом, ожидается увеличение спроса на технологии, способные сохранить качество и повысить безопасность наших запасов продовольствия.

Признается, что облучение имеет определенные преимущества в плане инактивации патогенных микроорганизмов и увеличения срока хранения пищевых продуктов без существенного изменения их вкусовых качеств. Учитывая все более жесткое регламентирование применения в пищевых продуктах химических консервантов и фунгицидов, облучение должно удовлетворять возрастающий потребительский спрос на свежие или аналогичные свежим продукты, которые не содержат или почти не содержат химикатов, применяющихся как в санитарных, так и в фитосанитарных целях.

Во всем мире органы здравоохранения проводят переоценку существующих способов обеспечения безопасности продуктов питания, применяя экономически эффективный метод, известный как метод анализа риска и критической точки контроля (АРКТК). Научные эксперименты, проводившиеся в последние четыре десятилетия, в достаточной степени продемонстрировали эффективность облучения как метода, позволяющего гарантировать гигиеническое качество твердых пищевых продуктов, так же как с помощью пастеризации это обеспечивается для жидких продуктов питания. Возрастает потребность включить холодную пастеризацию или обеззараживающую обработку, такую как облучение, в

состав АРКТК, особенно для пищевых продуктов, которые предназначены для потребления в сыром виде, готовы к употреблению или проходят минимальную обработку.

В ближайшем будущем могут возникнуть также вопросы ответственности производителей продуктов за то, что они не были подвергнуты облучению. По мере того как облучение все более широко применяется для обеспечения микробиологической безопасности продовольствия, люди, здоровье которых пострадало в результате потребления продуктов, зараженных определенными патогенными бактериями, или родственники умерших вследствие этого могут подать судебный иск против производителя пищевых продуктов или предприятия розничной торговли за халатность, проявившуюся в неприменении существующей безопасной и эффективной технологии для уничтожения этих бактерий. Они могут утверждать, что облучение убило бы бактерии до того, как продукт поступил к потребителю. Производители продуктов питания могут считать более разумным и экономичным облучать продукты, нежели не делать этого, по юридическим соображениям, а также по соображениям безопасности и здоровья.

После десятилетий исследований, разработок, широкого обсуждения и изучения отношения потребителей во многих странах облучение стало безопасной и действенной технологией, позволяющей гарантировать безопасность и качество пищевых продуктов и бороться с заболеваниями пищевого происхождения. Благодаря широкому спектру применения этот метод обеспечения микробиологической безопасности твердых пищевых продуктов может иметь еще более масштабные последствия, чем пастеризация, которая стала применяться свыше ста лет назад. □