

которая перерабатывается на кормовую муку. Отмечено, что после облучения значительно возрастает выход белка при солевой экстракции; такой белок в сухом виде может быть использован как добавка к хлебу и другим продуктам. Ведутся также работы по облучению мяса, сыра и сгущенного молока.

Изучается действие ионизирующих излучений на грибы, вирусы и другие микроорганизмы при радиодезинфекции сельскохозяйственных продуктов.

Одной из основных областей применения радиоактивных изотопов в Индии является медицина, и в частности онкология. В диагностических целях применяются соединения, меченные P^{32} , Cr^{51} и др. Основных противораковых центров в Индии два, один организован при Общендийском институте медицинских наук в Нью-Дели — Радиологический медицинский центр, второй в Бомбее — Радиологический центр им. Тата. В Радиологическом центре им. Тата занимаются организацией службы радиационной безопас-

ности в стране, разрабатываются соответствующие правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

В Институте фундаментальных исследований им. Тага, основанном в 1945 г., ведутся исследования в различных областях ядерной физики, микроэлектроники, физики космических лучей, геофизики, молекулярной биологии и т. д. Имеется линейный ускоритель на 3,5 Мэв, кобальтовый облучатель, полугорячая лаборатория и другие экспериментальные установки. При Институте организованы школы математиков и физиков.

Представляют большой интерес также работы, которые ведутся по ядерной спектроскопии, радиохимии, радиационной химии, молекулярной биологии, физике полупроводников и другим направлениям в Институте ядерных исследований им. Саха (Налькутта).

В. КОДЮКОВ

Дозиметрия при непрерывных производственных процессах радиационной обработки сельскохозяйственных культур

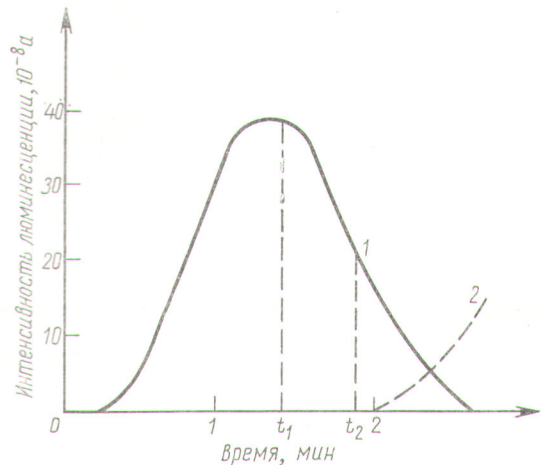
Разработан метод дозиметрии при непрерывных производственных процессах радиационной обработки сельскохозяйственных культур. Предложено применить термолюминесцентные дозиметры на основе алюмофосфатного стекла, активированного марганцем*. Метод основан на том, что поглощенная стеклом энергия γ -квантов запасается в нем в виде световой суммы люминесценции, которая испускается при нагревании и может быть зарегистрирована. Световой поток термолюминесценции пропорционален дозе ионизирующего излучения, т. е., измеряя световой поток термолюминесценции, можно определить дозу ионизирующего излучения.

Алюмофосфатные стекла с добавками Mn использовались в качестве детекторов в виде полированных прямоугольных стержней размером $10 \times 3 \times 3$ мм. Свечение термолюминесценции измеряли в специальном нагревательном устройстве термолюминесцентного медицинского дозиметра типа ДТМ-2. На рисунке показана кривая термического высвечивания термолюминесцентного детектора на основе алюмофосфатного стекла с добавками Mn в зависимости от времени нагрева. Интенсивность люминесценции регистрировалась фотоумножителем типа ФЭУ-35, а ток с выхода фотоумножителя измерялся микроамперметром типа М-95 с одновременной регистрацией самоионизирующим прибором постоянного тока типа НЭ73-2.

В связи с тем что в дозиметре типа ДТМ разогрев нагревательного устройства и детектора происходит одновременно, то с увеличением времени нагрева повышается и температура нагревательного устройства и детектора. Как видно из рисунка, по мере возрастания температуры люминесценция детектора увеличивается, достигая максимального значения в некоторый момент времени, а затем уменьшается до полного исчезнове-

ния. На этом же рисунке проведена кривая изменения интенсивности температурного свечения самого нагревательного устройства без детектора.

Для исключения вклада температурного свечения самого нагревательного устройства необходимо включить нагревательный элемент до начала свечения. Момент включения нагревательного устройства $t_1 < t_{\text{выкл}} < t_2$ практически исключает температурное свечение нагревательного устройства и тем самым улучшает чувствительность дозиметра. Установлено, что термолюминесцентные детекторы позволяют фиксировать интегральную дозу от 10 до 10^4 рад. Исходя из данных упомянутой работы И. А. Бочвар и др., можно принять, что величина запасенной в стеклах световой суммы не зависит от мощности дозы γ -излучения Co^{60} вплоть до 25 рад/сек. Была исследована чув-



Зависимость термического высвечивания термолюминесцентного детектора на основе алюмофосфатного стекла, активированного Mn, от времени нагрева:

1 — детектор; 2 — свечение нагревательного устройства.

* О возможности использования термолюминесценции алюмофосфатных стекол для индивидуальной дозиметрии и гамма-терапии см. И. Б. К е и р и м - М а р к у с и др. «Стекло», Бюллетень Государственного института стекла, № 2 (III), 77 (1961); И. А. Б о ч в а р и др. «Атомная энергия», 15, 48 (1963).

ствительность детекторов к различным ионизирующим излучениям (рентгеновскому и гамма). Необходимо учитывать, что при производственном облучении в камере ограниченных объемов облучаемый материал испытывает воздействие не только прямого, но и обратного рассеяния γ -излучения, а ход с жесткостью определяется эффективным атомным номером детектора $Z_{эфф}$ и его размерами. Показано, что в диапазоне энергии от 70 кэв до 1,25 Мэв ход с жесткостью практически отсутствует. Данные уточнялись для энергии 0,66 Мэв (Cs^{137}) с учетом конкретных условий производственной дозиметрии. Детекторы могут применяться многократно и способны сохранять информацию в течение 5—6 месяцев, что является важным фактором в производственных условиях. Благодаря использованию измерительного устройства типа ДТМ время одного измерения ~ 2 мин. Точность измерения в пределах $\pm 10\%$. Контроль дозы проводился универсальным дозиметром с ионизационной камерой объемом 5 см³.

Определение распределения доз для передвижной гамма-установки «Колос» проводилось в два этапа: в лабораторных и производственных условиях. Основной задачей первого этапа являлось экспериментальное уточнение расчетных радиационных параметров установки, набор дозно-картографической статистики с разными культурами, ориентировочная апробация регулирующего устройства и т. д. В производственных условиях регистрировалась точная доза, полученная семенным материалом; были составлены градуировочные таблицы для первого и второго года по различным культурам данной географической зоны с учетом фракционного состава и метода обработки семян (например, протравленные или нет). Полученные результаты актируются и вносятся в паспорт установки. В дальнейшем постоянная дозиметрия не нужна, так как доза определяется расходом (производительностью) и устанавливается согласно таблице для данной культуры. Периодически в порядке контроля работы регулирующего устройства может проводиться дополнительная дозиметрия.

Детекторы заворачивались в черную бумагу и по 3—4 шт. опускались в приемный бункер, вместе с потоком зерна они проходили через рабочую камеру, вылавливались и затем производилось измерение.

Каждый опыт повторялся 3—4 раза. Определялась средняя доза по каждому опыту и по 3—4 опытам, затем вычислялся процент ошибки, который и определяет степень равномерности облучения семян. Затем менялась цена деления, т. е. устанавливался новый расход (производительность), и замеры повторялись по той же методике. При лабораторных испытаниях целью установления соответствия основных фактиче-

ских радиационных параметров расчетными были выведены три культуры (пшеница, овес и кукуруза). Зерна были не протравленные. Воспроизводимость опытов была хорошей и суммарная равномерность облучения, согласно полученной информации, была близка к расчетной ($\pm 20\%$).

Часть лабораторных дозиметрических испытаний была продолжена в Молдавии с целью уточнения некоторых данных для культуры данной географической зоны с учетом их обработки (например, травления) и фракционного состава. Методика проведения дозиметрии была аналогична описанной выше. В период всей посевной кампании проводилась дозиметрия семян, предназначенных для посевов. Это позволило накопить большой фактический материал по разным культурам, а также получить точную информацию о поглощенной дозе высеванных семян.

После накопления данных в течение 1—2 сезонов дозиметрию можно будет проводить только в качестве контрольной, ориентируясь только на шкалу расхода и соответствующие таблицы.

Метод термолюминесцентной дозиметрии непрерывных процессов в производственных условиях можно применять не только для предпосевного облучения семян зерновых, зернобобовых и овощных культур, но и в других случаях, когда интервал доз составляет $10 \div 10^4$ рад и спектр энергии лежит в пределах от 70 кэв до 1,25 Мэв. Например, целесообразно применить такой метод дозиметрии при радиационной обработке картофеля перед посадкой. Причем детектор следует разместить непосредственно в середине клубня. Клубни картофеля с детекторами следует метить, и они должны проходить тот же цикл, что и весь облучаемый картофель. При этом при любых траекториях клубней можно будет набрать дозно-картографическую статистику. Необходимо отметить, что при этом получается реальный фантом, т. е. детектор будет регистрировать дозу в центре одного клубня с учетом потока.

Диапазон доз от 10 до 10^4 рад, сравнительно длительный срок хранения информации — до 6 месяцев, независимость от мощности дозы в пределах от 1 до 25 р/сек, возможность многократного использования, отсутствие хода с жесткостью в диапазоне энергий от 70 кэв до 1,25 Мэв (т. е. диапазон охватывает энергию излучения основных источников излучения Co^{60} и Cs^{137} , применяемых в передвижных производственных изотопных установках), простота измерений с учетом проведенных исследований, невысокая стоимость самих детекторов позволяют рекомендовать метод термолюминесцентной дозиметрии для непрерывных производственных процессов радиационной обработки.

Д. А. КАУШАНСКИЙ, ЛИ ДОН ХВА

О санитарных правилах устройства и эксплуатации мощных изотопных гамма-установок с неподвижным облучателем

Министерством здравоохранения СССР 18 декабря 1968 г. утверждены «Санитарные правила устройства и эксплуатации мощных изотопных гамма-установок с неподвижным облучателем» (СП № 774—68)*.

* Правила разработаны в Центральном институте охраны труда ВЦСПС и Московском институте нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина.

Правила являются обязательными для всех учреждений и предприятий, проектирующих, строящих и эксплуатирующих мощные гамма-установки с изотопными источниками излучения с неподвижным облучателем.

В правилах учтена специфика устройства и эксплуатации этих радиационных устройств, в них определены конкретные требования, которые необходимо выпол-