

cilitar la pronta utilización de la fuente de cobalto;

- e) Gran parte de la superficie del campo de irradiación se había recubierto ya con arcilla llevada del Nilo.

Formación profesional

En el transcurso de los experimentos de irradiación el Profesor Tavčar explicó los métodos que habían de seguirse y dio instrucciones detalladas a los investigadores que colaboraban con él. Por ejemplo, a los fitotécnicos que estudiaban radiogenética les adiestró en el examen citológico de los extremos de las raíces, en la observación de diferentes características de las plantas de la primera generación, y en el tratamiento de las generaciones subsiguientes.

Además de esta labor docente desarrollada durante los experimentos, el Profesor Tavčar dio ocho conferencias sobre radiogenética a las que asistieron investigadores agrónomos y biólogos del Centro de Radioisótopos, del Centro Nacional de Investigaciones Científicas y de los Laboratorios de Fitotecnia, Cultivo de Plantas y Análisis de Semillas. Con motivo de estas conferencias se organizaron visitas a la es-

tación experimental y de irradiación de Inshas.

Se hicieron algunos preparativos para establecer un laboratorio de radiofitología y radiogenética, y el Profesor Tavčar pudo efectuar algunas experiencias de citogenética con tejidos vegetales, relacionadas con sus conferencias.

En la Universidad de El Cairo se cursan estudios de genética y el Ministerio de Agricultura tiene un Departamento de Fitotecnia; además hay una sección de fitotecnia en la granja experimental del Instituto Egipcio de Agronomía, situada en Bahtim. El Profesor Tavčar señaló que estas instituciones cuentan con investigadores muy competentes y recomendó que se coordinasen sus trabajos sobre las aplicaciones de los isótopos en fitotecnia. También recomendó que se crease un departamento de aplicaciones agrícolas de los radioisótopos en el Instituto de Energía Atómica de Inshas y que, mientras tanto, se confíe esta labor al Centro de Radioisótopos de El Cairo.

En el informe del Profesor Tavčar se expone también, en líneas generales, la enseñanza que ha de recibir el personal auxiliar dedicado a las aplicaciones de la radiogenética y de la radiofitología en fitotecnia.

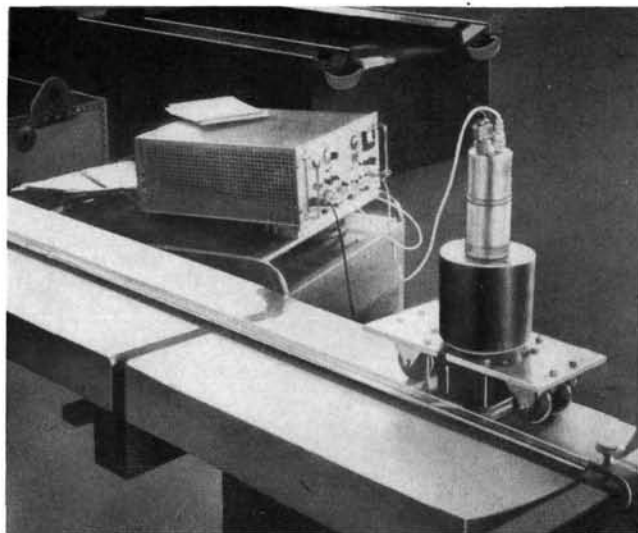
APLICACIONES PRACTICAS DE LOS RADIOISOTOPOS DE PERIODO CORTO

El empleo de los radioisótopos como indicadores se encuentra ya muy generalizado en el mundo entero. Hasta ahora, la inmensa mayoría de los isótopos utilizados con ese propósito tenían un período de semidesintegración (tiempo que tarda su radiactividad en disminuir a la mitad del valor inicial) relativamente largo, a saber, del orden de varios días, semanas o incluso años. Por ejemplo, el período del ^{131}I , que es uno de los isótopos de uso más general, asciende a ocho días.

Si bien un período largo presenta ventajas en algunos sentidos, en otros, importantes por cierto, no deja de suponer un grave inconveniente. Así, por ejemplo, cuando se utiliza un isótopo para estudiar o comprobar determinado proceso en la industria o en la agricultura, constituye a todas luces un inconveniente que el producto, que puede ser manejado o ingerido por la persona que lo adquiera, conserve cierta radiactividad residual. Esto significa que es preciso dejar transcurrir un tiempo suficiente para que el producto de que se trate pierda su radiactividad en virtud del proceso natural de desintegración y que, cuanto más corto sea el período del isótopo

empleado, antes se llegará a esa etapa: Del mismo modo, cuando se utilizan radioisótopos en medicina con fines de diagnóstico, conviene reducir al mínimo la dosis de radiación administrada al paciente durante el reconocimiento. También puede ser necesario repetir el reconocimiento a determinados intervalos, en cuyo caso conviene eliminar la preocupación de que el organismo del paciente conserve alguna radiactividad remanente como consecuencia de otro reconocimiento previo. En todos estos casos, un radioisótopo de período corto es preferible a otro de período largo, si bien es preciso tener en cuenta otros factores al escoger un isótopo destinado a un determinado ensayo clínico.

Por regla general, el radioisótopo de período corto se define como aquel cuyo período se suele expresar en segundos, minutos u horas. Por su propia naturaleza, estos isótopos tienen que ser utilizados en el lugar en que se les produce o en sus proximidades, a menos que sea posible obtener y transportar radioisótopos cuya actividad sea un múltiplo elevado de la que realmente necesita el usuario. En el pasado, esta limitación venía restringiendo el empleo de los



Aparato para estudiar las corrientes de convección producidas en el interior de lingotes de acero de gran tamaño durante el proceso de solidificación. Para ello, se introduce en diversos momentos después de la colada, una pequeña cantidad del radioisótopo oro-198, observándose la mezcla subsiguiente mediante recuento externo (fotografía tomada de la memoria presentada por A. Kohn, del Institut de Recherches de la Sidérurgie, Francia)

isótopos a aquellas instituciones situadas a corta distancia de un centro productor, las cuales, como es lógico, se hallaban siempre en países adelantados.

Isótopos producidos en pequeños reactores de investigación

En época reciente, un nuevo factor ha modificado la situación. En efecto, numerosos pequeños reactores de investigación se han construido y están entrando en servicio en diversas partes del mundo, muchos de ellos en países en vías de desarrollo. Estos reactores pueden utilizarse con diversos fines, entre los cuales la producción de isótopos constituye uno de los más importantes. Además, ha podido comprobarse que en esos reactores resulta más económico producir radioisótopos de período corto que de período largo.

A fin de sacar el máximo partido de las posibilidades de producción de radioisótopos que ofrecen esos reactores de investigación, es esencial, ante todo, intercambiar y difundir información sobre la producción y separación de los radioisótopos de período corto y sobre sus diversas aplicaciones. Teniendo en cuenta esta necesidad, el Organismo Internacional de Energía Atómica convocó en Viena en noviembre del año pasado un Seminario sobre las aplicaciones prácticas de los radioisótopos de período corto producidos en pequeños reactores de investigación, al que asistieron unos 170 hombres de ciencia de 29 países.

Los trabajos del Seminario comenzaron con la presentación de dos estudios de conjunto que abarca-

ban la totalidad del campo de la producción y preparación de radioisótopos y se debían a L.G. Stang, Jr. y a P.C. Aebersold (ambos de los Estados Unidos). Seguidamente se presentaron unas doce memorias debidas a científicos de instituciones de diversos países, relativas a los diversos procedimientos de producción de radioisótopos.

Gran parte de las deliberaciones del Seminario versaron sobre la utilización de los radioisótopos de período corto como indicadores, lo que, de hecho, constituye actualmente su principal aplicación.

Aplicaciones industriales

L.G. Erwall (Suecia) describió detalladamente las aplicaciones de los radioisótopos en la industria, refiriéndose en particular a la industria de su país. "Cuando se elige un indicador radiactivo para una determinada aplicación -dijo- la norma general es que debe tener un período lo más corto posible; esto obedece, entre otras razones, a la necesidad de evitar una contaminación duradera de los productos que, no sólo podría entrañar riesgos derivados de las radiaciones, sino también resultar desventajosa si el material producido ha de ser utilizado, por ejemplo, en la fabricación de cargadores para películas fotográficas o en cajas o blindajes para detectores de radiaciones nucleares". Refiriéndose al empleo de indicadores para el estudio y control del transporte de sólidos, el Sr. Erwall explicó que "las dos ventajas principales que ofrecen los indicadores radiactivos sobre los demás indicadores son: las cantidades tan extremadamente pequeñas de sustancia que se precisan, y el poder de penetración de las radiaciones gamma. La primera de estas ventajas permite realizar investigaciones mediante la adición de un indicador en cantidades tan pequeñas que no dará origen a concentración alguna que obstaculice el desarrollo normal del proceso. La segunda permite medir la actividad, es decir, la concentración del indicador, completamente desde el exterior, sin introducir en el proceso ningún instrumento de medida capaz de perturbar la circulación del material".

El Sr. Erwall citó como ejemplo los hornos giratorios utilizados en la industria del cemento, en los que se introdujo por su boca una pequeña cantidad de material marcado y se determinó mediante detectores colocados fuera del horno el momento en que el indicador llegaba a diversos puntos del mismo. En un caso determinado, la materia prima contenía cierto porcentaje de potasio y la finalidad de la investigación era estudiar su comportamiento. Por ello, se marcaron varios kilogramos de materia prima agregando una solución acuosa de sal de potasio-42. De manera análoga, se han introducido muestras marcadas en altos hornos y en digestores para celulosa, determinándose la velocidad de su transporte por medición de la radiactividad en sus bocas y salidas.

Como ejemplo del empleo de indicadores con los líquidos, el Sr. Erwall describió cómo se había estudiado, con ayuda de bromuro de amonio, el caudal y la velocidad de dilución de las aguas residuales de las fábricas de celulosa, y de qué manera se habían utilizado otros indicadores para detectar fugas en conducciones de agua y filtraciones de agua bajo las estructuras de presas.

Un científico coreano, Cheng Kuk Kim, describió cómo el ^{24}Na , radioisótopo de período corto producido en el reactor TRIGA MARK II recientemente instalado en Corea, había servido para localizar una fuga en un embalse destinado al riego. J. Guizerix (Francia) y E. Gaspar (Rumania) también se ocuparon de la detección de fugas.

Aplicaciones en medicina y en agricultura

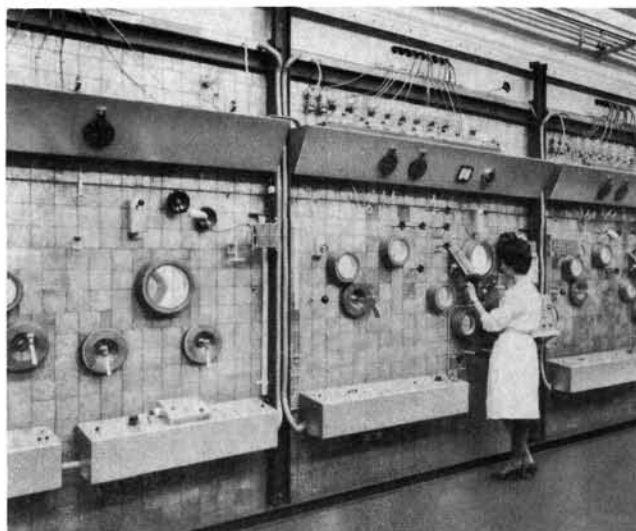
Entre las memorias relativas a las aplicaciones de los radioisótopos de período corto en medicina, dos se refirieron al empleo del ^{90}Y como fuente de radiación para el tratamiento del cáncer. Según M. H. Duggan (Reino Unido), la implantación de fuentes de ^{90}Y en la hipófisis, a la que en el pasado se ha recurrido ampliamente para tratar determinados tipos de cáncer mamario, ha resultado también prometedora para detener la ceguera provocada por la diabetes.

J. C. Arthur (Estados Unidos) dio lectura a una memoria en la que se exponían resultados experimentales que pueden llegar a tener gran importancia en agricultura. En efecto, el Sr. Arthur ha empleado el radioisótopo ^{64}Cu para estudiar el mecanismo de reacción de las enzimas que se cree ocasionan el oscurecimiento o el descoloramiento de las frutas y verduras durante el tratamiento de productos alimenticios.

Otras aplicaciones

E. Somer (Dinamarca) presentó una memoria en la que expuso los estudios realizados con ^{82}Br para determinar el esquema de circulación y de distribución de aguas servidas, cuyo conocimiento es condición previa para proteger de una contaminación cada vez mayor las playas de recreo y las zonas pesqueras existentes a lo largo de la costa danesa.

En Australia, donde se están realizando experimentos de siembra de nubes con partículas de yoduro de plata lanzadas desde aviones, con el propósito de incrementar la precipitación pluvial sobre determinadas regiones, se ha utilizado ^{64}Cu radiactivo como indicador para estudiar el movimiento y dispersión de la sustancia empleada en la siembra de nubes. J. S. Watt, que describió estos experimentos, señaló el especial interés que tiene determinar qué cantidad de esa sustancia alcanzaba temperaturas inferiores al punto de congelación, en que puede actuar como agente aglomerante de hielo provocando la formación de grandes cristales y ésta, a su vez, la precipita-



Instalación para el tratamiento químico de radioelementos de período corto mediante mando a distancia. Las tres «celdas» totalmente blindadas que aparecen en la fotografía están unidas entre sí por un transportador (fotografía tomada de la memoria de M. Douis y M. Valade, del Centre d'Etudes nucléaires de Saclay, Francia)

ción. El Sr. Watt manifestó que la solución de este problema podría modificar considerablemente los procedimientos de siembra de nubes que se siguen actualmente.

C. C. Thomas (Estados Unidos) describió otro ejemplo de las aplicaciones de los radioisótopos de período corto: la medición de las cantidades de tinta para papel carbón transferidas cuando se emplean máquinas clasificadoras de datos, cantidades que, si son demasiado elevadas, pueden entorpecer el funcionamiento de esas máquinas.

Análisis por activación

Los radioisótopos, además de utilizarse como indicadores, tienen otras aplicaciones muy distintas, como son las basadas en la "activación", a las que se recurre principalmente con fines analíticos y en las que pueden emplearse radioisótopos de período ultracorto. El análisis por activación es un procedimiento que permite determinar, cualitativa o cuantitativamente, la presencia de cantidades muy pequeñas de determinados elementos, sometiéndolos a las radiaciones de un ciclotrón o de un reactor. Esta irradiación conduce a la formación de radioisótopos, y como cada radioisótopo emite a su vez un tipo característico de radiación, resulta posible detectar, identificar y valorar cantidades muy pequeñas de los elementos de que se trate.

L. G. Stang (Estados Unidos) y D. A. Yashin (Unión Soviética) describieron el empleo de circuitos que permiten introducir y extraer soluciones en reactores para el análisis por activación. Se citaron ejemplos

de cómo este método analítico puede ser utilizado para determinación de impurezas en los metales, para la valoración del estroncio en cenizas de huesos, e incluso para el esclarecimiento de delitos. En efecto, V. P. Guinn (Estados Unidos), que expuso varios ejemplos del empleo del análisis por activación, manifestó que algunos lubricantes para automóvil existentes en el mercado contienen impurezas que permiten determinar el origen del lubricante de que se trata, y que la identificación de vestigios de esos lubricantes mediante el análisis por activación puede servir para descubrir a los conductores que se dan a la fuga después de haber provocado un accidente.

Métodos de producción

No siempre es necesario, sin embargo, obtener los radioisótopos en reactores locales. En algunos casos, como señaló P. C. Aebersold (Estados Unidos), puede resultar más conveniente producir isótopos de período superior a 12 horas y de elevada actividad específica en grandes reactores, dejando que se desintegren durante el transporte, siempre y cuando las exigencias en materia de blindaje no sean excesivas.

Se prestó considerable atención a los problemas que plantea la introducción de las muestras en el reactor, para su irradiación, y su subsiguiente extracción y tratamiento. La tendencia moderna está orientada a utilizar sistemas neumáticos para el transporte de las muestras, en los que el recipiente que las contiene, familiarmente conocido como *rabitt* ("conejo"), se desplaza en una tubería de aire comprimido o de vacío. No obstante, C. Taylor, señaló que también era posible utilizar un sistema eficaz para el desplazamiento de las muestras que funcionase según el principio de correa transportadora.

Otro procedimiento para obtener radioisótopos de período corto, descrito por L. G. Stang (Estados Unidos), consiste en el denominado "sistema de separación periódica", en el que el producto obtenido del reactor no es el radioisótopo de período corto que necesita el usuario, sino un isótopo "precursor" de período largo que se desintegra luego, dando origen a un producto "descendiente" de período corto. El usuario recibe un recipiente que contiene el "precursor" y el "descendiente" en un estado de equilibrio que se restablece espontáneamente después de extraer el producto "descendiente".

INSTRUMENTOS NUCLEOELECTRONICOS PARA PAISES TROPICALES

El clima de las regiones tropicales suele entorpecer el funcionamiento de los instrumentos electrónicos. Este problema reviste especial importancia para las múltiples aplicaciones de la energía atómica—por ejemplo, el empleo de radioisótopos—, en las que los instrumentos electrónicos desempeñan un papel fundamental. En efecto, estos aparatos de gran sensibilidad se construyen actualmente en muy pocos países, casi todos de clima templado, mientras que muchos de los países en vías de desarrollo que los necesitan se encuentran en zonas tropicales. Si no se diseñan y construyen estos instrumentos de manera que soporten climas tropicales, pueden sufrir averías que entorpezcan gravemente el desarrollo de los programas de energía nuclear.

Esta cuestión interesa sobremanera al Organismo Internacional de Energía Atómica, pues el suministro de equipo nuclear es parte importante de su programa de asistencia técnica. La mayoría de los países que precisan la asistencia del Organismo pertenecen

a zonas tropicales, mientras que los pocos países que pueden suministrar instrumentos nucleoelectrónicos se encuentran principalmente en zonas templadas. Por eso el OIEA tiene gran interés en que los instrumentos que suministra a los países tropicales cumplan ciertas especificaciones destinadas a garantizar su buen funcionamiento en los trópicos.

Antes que nada hay que determinar cuáles son estas especificaciones. En diciembre de 1961, el Organismo reunió un grupo de consultores de once países para examinar el problema y formular recomendaciones sobre las condiciones técnicas que deberían reunir los instrumentos nucleoelectrónicos que se utilicen en países tropicales. Basándose principalmente en dichas recomendaciones, se ha preparado ahora un documento que servirá de guía al Organismo en la adquisición de equipo para países tropicales. En este artículo se resumen algunas de las especificaciones principales descritas en dicho documento, así como las consideraciones en que se basan.