

PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS POR IRRADIAÇÃO

NÉLIDA LUCIA DEL MASTRO & PAULO ROBERTO RELA

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES-IPEN-CNEN/SP
TRAVESSA R, 400 CIDADE UNIVERSITÁRIA
05508-900 SÃO PAULO, SP, BRASIL

Resumo

O tratamento de produtos alimentícios pela radiação ionizante está começando a ser utilizado como suplemento às tecnologias existentes para determinadas aplicações. É, na realidade, uma alternativa competitiva e talvez única quando é necessário preservar o alimento ou ingrediente alimentício, sem aumento da temperatura e sem o uso de produtos químicos nocivos à saúde ou ao meio ambiente. Na nossa instituição, a partir de 1991, foi criado um grupo específico para atender as necessidades de desenvolvimentos e pesquisas dirigidas para o setor de agri-business, focalizando em particular alimentos, visto a enorme importância que o tema tem para o País. Os trabalhos em desenvolvimento podem ser separados em duas áreas: aplicações do processamento por radiação para melhorar a qualidade higiênica de produtos e ingredientes alimentícios e o desenvolvimento de métodos analíticos para identificar alimentos irradiados. Na primeira área, estão sendo abordados o controle de doenças transmitidas por alimentos, como *Vibrio spp.* em frutos-do-mar, e *Salmonella spp.* em ovo em pó para utilização na indústria alimentícia, a eliminação de pragas que infestam frutos e flores e o estudo da aplicação da radiação em alimentos prontos ou desidratados para uso em hospitais e pelas forças armadas. No desenvolvimento de métodos analíticos para identificar alimentos irradiados, são utilizados a ressonância paramagnética eletrônica, a termoluminescência, a viscosimetria, a determinação de mudanças no DNA e a produção de gases por efeito da radiação. Por outro lado, está em estudo projeto sobre montagem no IPEN de instalação para manipulação de altas atividades, que permitirá a reutilização de fontes radiativas através de um irradiador industrial a ser montado no interior da planta aproveitando a mesma blindagem radiológica. Isto será de extrema valia para a realização de nossas pesquisas e o atendimento de produtores, industriais e a comunidade de um modo geral.

I. INTRODUÇÃO

As diversas aplicações industriais do processamento por radiação começaram a serem desenvolvidas no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-IPEN-CNEN/SP faz 30 anos. Entretanto, desenvolvimentos de interesse da indústria agro-alimentícia são bem mais recentes. Só a partir de 1991 foi criado um grupo específico para atender as necessidades de desenvolvimentos tecnológicos e pesquisas dirigidas para o setor de agri-business, focalizando em particular alimentos, visto a enorme importância que o tema tem para o País.

Diversos métodos de preservação de alimentos vem sendo aplicados pelo homem desde a antiguidade: secagem, defumação, fermentação, tratamento pelo calor e tratamentos químicos simples como o uso de sal, açúcar ou vinagre. Nas últimas décadas, entretanto, as alternativas se ampliaram com a possibilidade de utilização de atmosferas modificadas e o uso de radiação por microondas e radiação ionizante. Esta última é uma alternativa competitiva e talvez única, quando é necessário preservar o alimento sem aumento da temperatura e sem o uso de produtos químicos nocivos à saúde ou ao meio ambiente (1)(2)(3).

Os trabalhos em desenvolvimento no IPEN na área de irradiação de alimentos utilizam 2 pequenas fontes de Co-60, uma Gammacell 220 e uma fonte panorâmica de aproximadamente 2500Ci e podem ser separados em 2 grupos:

a) os que visam atender, interessar ou mostrar os benefícios aos 'end users', isto é, produtores, industriais e consumidores, e

b) os que visam pesquisas e o desenvolvimento de métodos analíticos para identificar alimentos irradiados.

Por outro lado, está em estudo projeto sobre montagem no IPEN de instalação para manipulação de altas atividades, que permitirá a reutilização de fontes radioativas através de um irradiador industrial a ser montado no interior da planta, aproveitando a mesma blindagem radiológica. Isto será de extrema valia para a realização de nossas pesquisas e o atendimento de produtores, industriais e a comunidade de um modo geral.

II. APLICAÇÕES DO PROCESSAMENTO POR RADIAÇÃO PARA MELHORAR A QUALIDADE HIGIÊNICA DE PRODUTOS E INGREDIENTES ALIMENTÍCIOS

A incidência de doenças transmitidas nos alimentos continua afetando adversamente a saúde e a produtividade de populações do mundo todo. É difícil estimar a magnitude das doenças transmitidas nos alimentos na América Latina e no Caribe, principalmente por causa de levantamentos epidemiológicos insuficientes. Entretanto, são conhecidos os agentes microbiológicos mais importantes causadores de doenças em humanos: *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, toxigênico, *Salmonella spp.*, *Clostridium botulinum* e *Vibrio spp.* (4)(5). Atualmente em nosso laboratório, estão sendo realizados experimentos que visam determinar a radiosensibilidade de culturas de *Vibrio spp.*(6), bem como, a sensibilidade à radiação de ostras mantidas em cultivo (7), escolhidas como exemplo de fruto-do-mar, afim de estabelecer a dose mínima necessária de radiação gama para controle dessa contaminação microbiana.

Inúmeros produtos alimentícios industrializados, tanto doces quanto salgados, incluem em sua composição ovo, fornecido geralmente em pó. As indústrias recorrem a fornecedores que, entretanto, precisam aplicar alguma técnica de tratamento para poder garantir um produto livre de contaminação microbiana, em particular *Salmonella spp.* que contamina frequentemente também às aves. O tratamento utilizado atualmente é a pasteurização pelo calor, que, entretanto, reduz o valor nutritivo do produto. A pasteurização por radiação para eliminação de salmonelas e outras bactérias patogênicas para o homem é um processo que vem despertando interesse como alternativa ao uso do

calor (já que induz menos modificações que o uso de alta temperatura) e de produtos químicos gasosos que estão sendo banidos para aplicação em alimentos (8)(9). A Alemanha, país que faz restrições aos alimentos irradiados, admitiu adquirir ovo em pó (de outros países da União Europeia) como primeiro produto irradiado destinado a sua indústria alimentícia. Assim, a provisão de produtos seguros para abastecer à indústria alimentícia é assunto prioritário para qualquer país. No Brasil existem apenas 5 empresas comerciais onde se realiza a industrialização de ovos. Entretanto, através de contatos mantidos com o setor, sabemos que há grande interesse de poder contar com método alternativo para o tratamento desse insumo básico para este setor da indústria. No momento estão sendo realizados testes das modificações reológicas por ação da radiação em ovo industrializado.

Uma abordagem de grande importância econômico-estratégica é poder contar com alimentos esterilizados, prontos para uso, estáveis na prateleira sem necessidade de refrigeração. Esse tipo de produto se destina ao uso em hospitais para pacientes de alto risco, pela Defesa Civil ou pelas Forças Armadas. Nos EUA e na África do Sul, por exemplo, são irradiadas grandes quantidades de alimentos com este objetivo. As doses a serem utilizadas, até 70kGy, são maiores que aquelas descritas na legislação para simplesmente inibir o brotamento de bulbos ou descontaminar produtos cárneos. A salubridade destes produtos já foi bastante estudada (10)(11)(12)(13)(14). Acreditamos haver interesse também por parte de nossas Forças Armadas na disponibilidade de alimentos estáveis para permitir ações de rotina ou de emergências. Este estudo poderá levar a desenvolvimentos tecnológicos na medida de dispormos de fonte de radiação adequada. Contatos mantidos em hospitais de São Paulo sugerem grande interesse de utilização de produtos alimentícios tratados por este processo.

III. DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS ANALÍTICOS PARA IDENTIFICAR ALIMENTOS IRRADIADOS

Diversos métodos analíticos de detecção de tratamento por radiação em alimentos vem sendo desenvolvidos nos últimos anos em vários países (14). Esta linha de pesquisa visa a aplicação de métodos, alguns particularmente rápidos e de baixo custo e outros de grande sensibilidade capazes de determinar, em casos específicos, inclusive o valor da dose de radiação à qual o alimento foi submetido. No primeiro grupo se inclui o teste de micro-eletroforese em gel de células isoladas ("comet assay") que pode visualizar a fragmentação do DNA em alimentos irradiados e a estimativa de gases radiolíticos formados (tais como monóxido de carbono e hidrogênio) em carnes irradiadas mediante simples sensores eletroquímicos.

A espectrometria de ressonância paramagnética eletrônica (ESR) é uma técnica utilizada para estudar as propriedades magnéticas de radicais livres formados direta ou indiretamente pela interação da radiação nos materiais biológicos. Neste laboratório, está sendo aplicada com bastante sucesso na detecção de alimentos irradiados em produtos alimentícios relativamente secos, onde os radicais formados apresentam meia-vida longa, tais como, especiarias, produtos cárneos contendo ossos, sementes de frutas e produtos farináceos desidratados (15).

A viscosimetria de gels de especiarias, ervas desidratadas e certos aditivos alimentícios se apresenta como um método de grande potencial na identificação de processamento por radiação nesses produtos. Bons resultados estão sendo obtidos na identificação de pimenta branca, pimenta preta, canela, noz-moscada e alho em pó irradiados com doses de 10kGy (16).

Há necessidade de contarmos com diversos métodos analíticos para identificar se houve ou não tratamento por irradiação nos alimentos, pois dependendo do produto, uma ou outra das técnicas se mostram mais apropriadas. Isto é de grande importância para o comércio internacional de alimentos, onde a irradiação poderá vir a ser considerado um requerimento ou, pelo contrário, uma proibição. Países de dimensões continentais como o Brasil, são exportadores mas também importadores de alimentos. Por esse motivo, na pauta de interesses internacionais para o País, o comércio exterior de produtos agro-alimentícios tem e terá um papel de destaque. O processamento de alimentos pode contribuir na redução das perdas pós-colheita de alimentos mas também, no estímulo ao comércio internacional de alimentos seguros do ponto de vista sanitário e fitossanitário.

IV. PROJETO DE MONTAGEM NO IPEN DE INSTALAÇÃO DE IRRADIADOR INDUSTRIAL

Com o propósito de tornar viável a transferência de tecnologia de irradiação de alimentos para a indústria nacional, o IPEN está desenvolvendo o projeto de uma planta de irradiação utilizando ^{60}Co que permitirá a irradiação por parte da indústria local de quantidades comerciais de produtos alimentícios e a realização de testes de aceitabilidade por parte dos consumidores. A prestação rotineira de serviços de irradiação de alimentos para a indústria local vai permitir a incorporação desta tecnologia nos processos de produção e consolidar sua posição no mercado. Por outro lado, vai ser possível a irradiação em escala industrial de rações destinadas às forças armadas e a instituições internas que atendem a população em situações de emergência (defesa civil), bem como, a preparação de alimentos esterilizados para uso em hospitais.

Esta planta está sendo concebida para processar com bom desempenho econômico a maior diversidade possível de alimentos, levando em consideração a extensa gama de exigências associadas aos parâmetros de irradiação que comprometem a eficiência operacional. As principais características de operação que orientam a elaboração do projeto são :

- Faixa de doses : de 0,10kGy a 25kGy, possibilitando doses de inibição de brotamento (para batatas, cebolas, alhos) que são usualmente inferiores a 0,15kGy, doses de desinfestação de frutas na faixa de 0,75kGy e sanitização de especiarias que algumas vezes requerem doses de 10kGy ou maiores. A atividade total da planta será de 100.000Ci, com capacidade máxima de processamento de alimentos da ordem de 70.000 toneladas por ano.
- Manuseio de produtos: a maioria dos produtos alimentícios são perecíveis e requerem um tempo bastante curto de processamento e armazenagem e são também bastante sensíveis a danos físicos provocados durante a manipulação. Para atender estas

características, o irradiador será do tipo "pallet carrier" permitindo o processamento dos produtos sem necessidade de reembalagem.

- Uniformidade das doses : o equipamento será dotado de sistema de transporte que permitirá a translação e rotação dos "pallets" em frente ao "rack" de fontes , possibilitando desta forma o recebimento de uma dose efetiva mínima e uniforme, não excedendo as regulamentações estabelecidas para a tolerância de doses (17).

De modo a evitar tempos ociosos da planta de irradiação, até a consolidação da tecnologia de irradiação de alimentos no País, as características operacionais de faixa de doses, também vão permitir a sua utilização em escala comercial na esterilização de produtos médicos e farmacêuticos, indução de cores em gemas e vidrarias, pesquisas voltadas para aplicação da esterilização em tecidos para implantes e vulcanização do látex natural de borracha.

Aproveitando a blindagem radiológica desta instalação, será montada em uma área adjacente uma "hot cell" para manipulação de fontes seladas de alta atividade (até 20.000Ci de ^{60}Co), com objetivo de realizar testes rotineiros de fuga de material radioativo de fontes seladas, manutenção de irradiadores de alta atividade, principalmente os utilizados em radioterapia, e a reutilização na própria instalação de fontes parcialmente decaídas, reduzindo no País a probabilidade de acidentes com fontes radioativas.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DIEHL, J.F. *Safety of Irradiated Foods*. Marcel Dekker, Inc. New York and Basel, 1990.
2. WHO. *Safety and nutritional adequacy of irradiated food*. World Health Organization, Geneva, 1994.
3. SATIN, M. *Food Irradiation. A Guidebook*. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster, PA, USA, 1993.
4. PAHO. *Risk of transmission of Cholera by food*. Pan American Health Organization, Health Programs Development, Veterinary Public Health Program. Washington, D.C., August 1991, 27 p.
5. PAHO. *Informe Final de la Consulta Técnica Conjunta FAO/IAEA/OPS/OMS sobre el Uso de Irradiación como medida de Intervención de Salud Pública para el Control de las Enfermedades Transmitidas por alimentos en Latino América y el Caribe*, 19-21 de octubre de 1992, Washington, D.C., USA.
6. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Cólera. Manual de Diagnóstico Laboratorial*. Ministério da Saúde, Comissão Nacional de Prevenção da Cólera-CNPC- 1ª ed. Brasília, Brasil, 1992, 32 p.

7. TOMICIC, J.K. & BARILES, J.S. *Manual de guia para el cultivo de la ostra (Ostrea chilensis) en la segunda región de Chile*. Instituto de Investigaciones Oceánicas, Universidad de Antofagasta, Antofagasta, Chile, 1981, 73 p.
8. PSZCZOLA, D. Irradiated Poultry Makes U.S. Debut in Midwest and Florida Markets. *Food Technology*, 89-96, November 1993.
9. KAMAT, A.S. & NAIR, M.P. Gamma Irradiation as a Means to Eliminate *Listeria monocytogenes* from Frozen Chicken Meat. *J. Sci. Food Agric.*, **69**, 415-422, 1995.
10. WHO. *Review of Data on High Dose (10-70kGy) Irradiation of Food*. International Consultive Group on Food Irradiation. Report of a Consultation, Karlsruhe, Germany, 29 August- 2 September 1994, World Health Organization, Food Safety Unit, Geneva, 1995.
11. JOSEPHSON, E.S. Radappertization of meat, poultry, finfish, shellfish and special diets. In: *Preservation of Food by Ionizing Radiation. Vol III*, E.S. Josephson & M.S. Peterson, eds. CRC Press, Boca Raton, Florida, 1983.
12. DEICHMANN, W.B. *Long-Term Dog and Rat Feeding Experiment Employing Irradiated Evaporated Milk*. Final Report, US Army Contract DA 49-007-MD-785, 1961.
13. FAO. *The Microbiological Safety of Irradiated Food*. Codex Alimentarius Commission, Rome, no. CX/FH 83/9, 1983.
14. IAEA. *Analytical Detection Methods for Irradiated Foods. A review of the current literature*. IAEA-TECDOC-587. International Atomic Energy Agency, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, March 1991.
15. CATTANI, M.M., DEL MASTRO, N.L. & RIGONI, V.H. Avaliação da qualidade de farinhas de trigo irradiadas. *Anais do III Encontro Nacional de Energia Nuclear*, Águas de Lindoia, 7-11 agosto, 1995, p.10-15, Associação Brasileira de Energia Nuclear, 1995.
16. DEL MASTRO, N.L. & BERNARDES, D.M.L. Termoluminimetria e viscosimetria na detecção de especiarias processadas por radiação. *Anais do XIV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, São Paulo, 17-20 junho, 1994, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, p.78, 1994.
17. KUNSTADT P. & STEEVES C. *Economics of Food Irradiation* - Nordion International Inc., 1995.