

USO DA IRRADIAÇÃO EM ALIMENTOS: REVISÃO

ANDRÉA LUCIANA FERREIRA DA SILVA*
CLEBER RABELO DA ROZA**

Nesta revisão de literatura sobre o uso da irradiação em alimentos foram abordadas especialmente pesquisas realizadas em produtos de origem vegetal. São apresentados os resultados de avaliações efetuadas com o objetivo de identificar as alterações químicas, físicas e sensoriais ocorridas pela interação ionizante com o alimento irradiado, visando prolongar a vida-de-prateleira dos produtos de origem vegetal. Embora a irradiação de alimentos constitua tema desconhecido para a maioria da população brasileira, o processo é seguro e não oferece risco ao consumidor e nem ao meio ambiente, pois não produz nenhum tipo de resíduo. O uso da técnica de irradiação para a conservação de alimentos, por si só, não soluciona todos os problemas de perdas, devendo-se preservar o alimento em condições assépticas após irradiado, evitando assim nova contaminação.

PALAVRAS-CHAVE: CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS; IRRADIAÇÃO; VEGETAIS.

* Especialista em Higiene e Processamento de Alimentos, Técnica do Laboratório de Análises e Pesquisas em Alimentos, Instituto de Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil (e-mail: alfsilva@ucs.br).

** Doutor em Ciência de Alimentos, Academic Research Fellow, School of Land, Crop and Food Sciences, University of Queensland, St. Lucia Campus, Australia (e-mail: c.daroza@uq.edu.au).

1 INTRODUÇÃO

A irradiação, uma das tecnologias de tratamento de alimentos que vem crescendo em todo mundo, ainda é pouco difundida no Brasil. Alimentos como especiarias, grãos, carnes, frutas e tubérculos já são tratados por esse processo há bastante tempo. A irradiação de alimentos consiste na exposição de dado material de origem vegetal e/ou animal à radiação ionizante, proveniente tanto de uma máquina de feixes de elétrons como de fontes radioativas. Apenas as fontes de ^{60}Co e ^{137}Cs são consideradas para uso comercial, devido à produção de raios gama de energias adequadas, disponibilidade e custo, sendo que a fonte de ^{60}Co tem maior aceitação por apresentar-se na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando assim maior segurança ambiental.

Segundo a International Atomic Energy Agency, a irradiação impede a divisão de células vivas como bactérias e células de organismos superiores, pois altera suas estruturas moleculares, além de inibir a maturação de alguns vegetais ao induzir alterações bioquímicas nos processos fisiológicos dos tecidos (IAEA, 1991).

No processo de irradiação de alimentos, apenas os raios gama entram em contato com o produto sem qualquer risco de contaminação radioativa. As doses de radiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado. A dose de 1 kilogray (kGy) corresponde à absorção de 1 kilojoule por quilograma de produto irradiado. As doses normalmente aplicadas aos alimentos situam-se entre 0,1 a 7,0 kGy (NEVES, MANZIONE e VIEITES, 2002).

De acordo com o GCIIA (1990), o processo de irradiação acarreta alterações químicas mínimas nos alimentos que não são nocivas ou perigosas, motivo pelo qual a Organização Mundial de Saúde recomenda sua aplicação e uso. A variação do valor nutritivo causada pela irradiação depende de fatores como, a dose a qual o alimento é exposto, o tipo de alimento, sua embalagem e condições do tratamento (como a temperatura durante a irradiação) e o tempo de armazenamento. O tratamento por irradiação, quando devidamente controlado, não altera fisicamente a aparência, a forma ou a temperatura dos produtos, provocando alterações químicas insignificantes em alimentos (VERRUMA-BERNARDI e SPOTO, 2003).

O uso da técnica de irradiação para a conservação de alimentos, por si só, não soluciona todos os problemas de perdas. Ao contrário dos métodos químicos convencionais, a irradiação não apresenta efeitos residuais, devendo-se preservar o alimento em condições assépticas após ser irradiado para evitar nova contaminação microbiana (GCIIA, 1990).

No tratamento de alimentos pela irradiação torna-se fundamental avaliar os efeitos químicos e físicos provocados pela interação da radiação ionizante com o produto irradiado. Além disso, a exigência da legislação e do mercado consumidor pela rotulagem de alimentos tratados tem incentivado diversos estudos com o propósito de determinar se o alimento foi irradiado ou não e, em caso afirmativo, qual a dose recebida (LEAL *et al.*, 2004).

O desenvolvimento de métodos de identificação de alimentos irradiados permite evitar a re-irradiação, controlar a dose absorvida, verificar o cumprimento dos níveis mínimos de exigência microbiológica e contribuir para o controle do mercado internacional de alimentos irradiados. A falta de informações sobre métodos confiáveis de detecção constitui uma das razões que motiva a desconfiança dos consumidores em relação aos alimentos irradiados (LEAL *et al.*, 2004). Segundo pesquisa realizada por ORNELLAS (2006), 89% dos entrevistados consumiriam alimentos irradiados se soubessem que a irradiação aumentaria a segurança alimentar contra inúmeras doenças.

Aprovada pela Food and Agricultural Organization (FAO) e pela Organização Mundial de Saúde (OMS), a irradiação de alimentos já é utilizada em 37 países. Parcela significativa dos norte-americanos consome carnes e frutas irradiadas. Os alimentos irradiados também são consumidos pelas forças armadas americanas e pelos astronautas em missão. Na América do Sul, a Argentina vende morangos, cebolas e frangos irradiados para o Mercosul. No Brasil, a regulamentação sobre a irradiação de alimentos existe desde 1973 com portarias complementares editadas em 1985 e 1989.

A Portaria nº30 de 02/08/89, da Divisão de Alimentos do Ministério da Saúde, determinava o limite superior de irradiação de 10 kGy, a lista de produtos aprovados para irradiação e suas respectivas doses, bem como proibia a re-irradiação. Em 26/01/2001, a Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) aprovou a Resolução (RDC) nº21. Essa RDC não restringe os alimentos a serem irradiados e nem a dose máxima absorvida para se obter o fim desejado, desde que não haja prejuízo nas suas qualidades funcionais e sensoriais. Estabelece ainda que se o produto irradiado for usado como ingrediente em outro alimento, esse fato deve ser mencionado na embalagem final. No caso das especiarias, esse aspecto torna-se importante porque são utilizadas na fabricação de produtos como os derivados de carne (LEAL *et al.*, 2004).

No Brasil ainda não são comercializados alimentos “inteiros” irradiados, como frutas ou carnes. O que existe são ingredientes irradiados (temperos e condimentos) que podem ser encontrados em produtos industrializados como embutidos e salgadinhos. Tem sido verificada tendência crescente entre a população pelo consumo de alimentos minimamente processados ou livres de aditivos ou substâncias químicas, como os orgânicos.

Segundo a United Fresh Fruit – Vegetable Association (1986) para se utilizar radiações ionizantes na desinfecção de alimentos e no aumento da conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, os seguintes critérios devem ser levados em conta: o alimento precisa ter tolerância mais elevada do que o inseto ou o microorganismo; o tratamento requerido deve ser tão ou mais econômico que outros tratamentos efetivos; o tratamento deve ser compatível com os aspectos legais estabelecidos pelas autoridades sanitárias, isto é, deve ser inócuo à saúde do consumidor; e, sobretudo, obedecer à legislação vigente do país importador.

Esta revisão de literatura teve por objetivo abordar especialmente pesquisas realizadas em produtos de origem vegetal. São apresentados resultados de avaliações efetuadas com o intuito de identificar as alterações químicas, físicas e sensoriais ocorridas pela interação ionizante com o alimento irradiado, visando prolongar a vida-de-prateleira dos produtos de origem vegetal.

2 PESQUISAS EM ALIMENTOS IRRADIADOS

Com o objetivo de avaliar as alterações químicas, físicas e sensoriais e prolongar a vida útil de produtos de origem vegetal, vários estudos estão sendo realizados. GERMANO, ARTHUR e WIENDL (1996) trabalharam com o objetivo de verificar a dose de radiação gama do ^{60}Co capaz de prolongar a vida-de-prateleira de frutos de duas variedades de abacates (“quintal” e “fortuna”), visando aumentar seu período de comercialização. Observaram que a radiação numa variedade induziu prolongamento na vida-de-prateleira de 4,2 dias quando irradiados com a dose de 75 Gy e para 8,2 dias se irradiados com 100 Gy. Não houve diferença significativa, quanto à perda de peso, e os frutos de ambas as variedades tiveram vida-de-prateleira significativamente aumentada quando mantidos em ambiente refrigerado. Entretanto, como observação preliminar, constataram que os frutos da variedade quintal se mostraram levemente mais resistentes quando irradiados com a dose de 100 Gy e depois mantidos em geladeira. Ambas as variedades de abacates mostraram-se significativamente melhores quando mantidas em local refrigerado com temperatura entre 12 e 13,5°C e umidade relativa entre 45 e 55%.

MARTINS *et al.* (2007) desenvolveram estudo para avaliar a vida-de-prateleira de agrião minimamente processado exposto a diferentes doses de irradiação. A amostra de agrião irradiada com 1 kGy apresentou vida-de-prateleira de 16 dias, um dia a mais que a da amostra testemunha. Por outro lado, amostras expostas a doses de 3 e 4 kGy apresentaram vida-de-prateleira menor, com 9 dias e 6 dias, respectivamente. A qualidade microbiológica do produto permaneceu adequada durante o experimento. O agrião minimamente processado irradiado foi aceito sensorialmente pelos painelistas e as doses mais elevadas resultaram na redução de sua vida útil em relação às amostras não irradiadas, especialmente devido mudanças na textura e na aparência. Já a dose de 1 kGy, além de melhorar a qualidade microbiológica, aumentou também sua vida útil por um dia e meio quando comparado com a amostra controle não irradiada.

As cenouras são as principais fontes de origem vegetal de carotenóides provitamínicos A, especialmente á e â-caroteno, sendo também uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil. Com o objetivo de avaliar o efeito da irradiação á sobre as características físicas e químicas pós-colheita da cenoura da cultivar Nantes, LIMA *et al.* (2001) trataram cenouras com fonte de Césio, em diferentes doses, atendendo a dose máxima permitida pela FDA (1995). Os diferentes tratamentos da cenoura e o grupo-controle foram avaliados mediante análises de pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, perda de peso, firmeza, cor, carotenóides totais, ácido ascórbico (vitamina C) e voláteis. A análise de variância dos resultados obtidos mostrou que não houve diferença significativa, exceto para a cor, que diminuiu conforme o aumento da dose de irradiação, além da acidez total titulável e relação SST/ATT devido ao decréscimo dos ácidos orgânicos que geralmente ocorrem após a colheita. A irradiação dessas cenouras pelas avaliações de pH, sólidos solúveis, firmeza, perda de peso, vitamina C e carotenóides totais mostraram manutenção da qualidade pós-colheita na dose máxima de 1 kGy. A redução da concentração dos ácidos orgânicos totais e o aumento da relação SST/ATT entre o controle e as cenouras submetidas ao processo de irradiação indicaram melhoria dos caracteres organolépticos. Os valores médios obtidos para a vitamina C e carotenóides totais não sofreram perda significativa, sendo mantidas as características nutricionais das cenouras. Foram determinados 28 voláteis que compõem o aroma das cenouras estudadas, não sendo detectada modificação dos mesmos após irradiação com 1 kGy. O processo de irradiação em baixas doses mostrou-se promissor na manutenção da qualidade, representando medida alternativa na redução de perdas pós-colheita.

O feijão, conhecido como fonte de proteína, tem seu valor biológico mais baixo quando comparado com proteínas de origem animal. O feijão assume especial importância no Brasil, não somente pelo país ser o maior produtor e consumidor mundial, mas também por representa um dos principais alimentos proteicos do povo brasileiro. Pesquisa para avaliar as alterações em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Carioca Tybatã, submetido a diferentes doses de radiação gama não mostrou diferenças significativas quanto a sua cor e não alterou a capacidade de hidratação dos grãos, porém os grãos de feijões irradiados evidenciaram redução significativa no tempo de cocção (ARMELIN *et al.*, 2007). MOURA *et al.* (2005) avaliaram os aspectos sensoriais do feijão preto submetido à radiação de ^{60}Co . Os julgadores, selecionados e treinados para análise descritiva quantitativa, verificaram alterações quanto à aparência, aroma, sabor e textura de feijão preto irradiado em diferentes doses. As amostras irradiadas apresentaram diminuição do sabor amargo, cor acentuada e brilhante e a não irradiada textura seca. Na avaliação da aparência, todas as amostras foram consideradas “características” e não ocorreu alteração de cor entre o feijão preto não irradiado e os irradiados em diferentes doses. O aroma não se alterou com a irradiação e os diferentes tratamentos aplicados não apresentaram diferença estatística (5%). A amostra não irradiada recebeu maiores notas para os atributos “amargo” e “estranho” devido ao processo de irradiação destruir parcialmente substâncias fenólicas, diminuindo a percepção de amargor e sabor estranho dos grãos. A irradiação do feijão preto mostrou resultados expressivos e satisfatórios, especialmente na amostra irradiada com a dose de 6 kGy (que evidenciou melhor aparência) e na irradiada com 2 kGy que revelou melhor aroma). A irradiação com ^{60}CO interferiu de forma positiva nas características sensoriais do feijão preto, podendo ser usada como método de conservação nas doses avaliadas naquele estudo.

A goiaba (*Psidium guajava* L.) ocupa lugar expressivo no contexto da fruticultura brasileira, com produção anual de aproximadamente 321 mil toneladas. Apesar de grande produtor, o Brasil é exportador inexpressivo de goiaba *in natura* em decorrência, principalmente, da alta perecibilidade pós-colheita do fruto. A radiação gama, associada à procedimentos pós-colheita, tem se mostrado bastante eficiente para prolongar a vida comercial de frutas frescas por retardar os processos de amadurecimento e senescência. Também reduz o apodrecimento sem provocar alterações significativas em seu aspecto, sabor e qualidade nutritiva (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Frutos de goiaba foram irradiados em diferentes doses e armazenados a $8 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ de umidade relativa durante 21 dias. De acordo com os resultados, a dose de radiação de 600 Gy foi a mais efetiva na conservação das

goiabas, proporcionando menor perda de massa fresca, menores índices de doença, maior índice de conservação, maior firmeza, manutenção da coloração da casca e melhor aceitação sensorial durante 21 dias de armazenamento. A radiação gama em doses de 300 e 600 Gy, combinada com a refrigeração, constituíram os tratamentos mais eficazes para combater doenças pós-colheita. Aos 14 e 21 dias, as goiabas irradiadas com 600 Gy apresentaram as maiores médias de intenção de compra e atenderam melhor às expectativas do consumidor durante todo o período de armazenamento. A associação da radiação gama com a refrigeração mostrou-se eficiente para conservação da goiaba branca, promovendo aumento da vida útil do fruto.

O mamão papaia, fruto frágil e perecível, é muito apreciado mundialmente. A fim de manter a qualidade do mamão são utilizadas técnicas de conservação, dentre as quais a aplicação de radiação gama. Mamões foram colhidos em perfeitas condições de qualidade e selecionados pela coloração amarela em três fases distintas. Metade desses foi irradiada e a outra se tornou testemunha. De acordo com os resultados não houve diferença entre os mamões irradiados em diferentes estágios de maturação. A irradiação promoveu a manutenção da firmeza do mamão e, portanto, retardou o amadurecimento. Também modificou a cor verde do mamão para tons mais claros e mais intensos, o que determinou maior homogeneidade no desenvolvimento da cor amarela da casca. Não houve efeito da irradiação na perda de massa, aparecimento de doenças, cor interna dos frutos, pH e teor de sólidos solúveis (PIMENTEL e WALDER, 2004).

Segundo SILVA *et al.* (2005), a mandioca tem a habilidade de crescer em solos pobres, é resistente a doenças, de fácil propagação, capaz de produzir rendimentos satisfatórios e uma das fontes alimentícias mais ricas em calorias. Por outro lado, a mandioca é extremamente perecível no período pós-colheita. Apresenta quantidade de água em torno de 60%, facilitando a contaminação microbiológica e a perda dessa umidade faz com que ocorra a deterioração fisiológica, limitando sua utilização e consumo. A rapidez e o benefício da radiação ionizante na conservação da mandioca foram observados principalmente na destruição de microorganismos e diminuição da atividade enzimática, contribuindo para o controle do escurecimento. As amostras de mandioca minimamente processada foram submetidas a diversas doses de radiação gama e avaliadas sensorialmente. As maiores notas foram atribuídas às amostras irradiadas com 1 kGy e 3 kGy, certificando que tais doses não provocaram alterações indesejáveis nas características sensoriais do produto.

VIEITES *et al.* (2004) avaliaram o efeito da embalagem e da radiação gama em diferentes doses no controle microbiano de mangas minimamente processadas, e armazenadas a 5°C e 85% de umidade relativa. Após 10 dias de armazenamento, os frutos que receberam as doses de 0,4 e 0,5 kGy armazenados em embalagem tipo polietereftalato de etileno (PET) e copo plástico apresentaram menores quantidades de mesófilos e psicotróficos. Já os frutos controle apresentaram grande quantidade de mesófilos e psicotróficos, sendo considerados impróprios para o consumo após o quarto dia de armazenamento. Assim, a irradiação mostrou-se efetiva no controle microbiológico de manga minimamente processada nessas doses e a embalagem tipo PET foi a mais indicada para esse fruto.

ALCARDE, WALDER e HORII (2003) estudaram o efeito da radiação gama na redução da população de bactérias contaminantes do mosto de caldo de cana-de-açúcar e verificaram seus efeitos sobre alguns parâmetros da fermentação alcoólica. O mosto de caldo de cana-de-açúcar foi inoculado com bactérias dos gêneros *Bacillus* e *Lactobacillus*, irradiado com diferentes doses e submetido à contagem da população das bactérias. O tratamento com radiação gama reduziu a população das bactérias contaminantes do mosto. A acidez produzida durante a fermentação diminuiu com o aumento das doses de radiação aplicadas e a viabilidade das leveduras aumentou com a elevação das doses de radiação. A irradiação gama foi eficiente na descontaminação do mosto de caldo de cana-de-açúcar e melhorou os parâmetros da fermentação alcoólica, aumentando seu rendimento em 1,9%.

Para aumentar a vida-de-prateleira da nectarina cv. "Sunred", através da aplicação de radiação, frutos foram colhidos no início do estágio de maturação, selecionados, limpos, pré-resfriados, submetidos a diferentes doses de radiação gama e armazenados em câmara fria por 28 dias. No final desse

período, os frutos submetidos à dose de 0,4 kGy apresentaram o melhor aspecto visual, as menores perdas de massa fresca e maior firmeza de polpa, não ocorrendo variações significativas nos teores de acidez total titulável, sólidos solúveis totais e nos valores da razão SST/ATT. Deve-se ressaltar que a queda da qualidade do aspecto visual, detectada nos frutos submetidos a doses superiores a 0,4 kGy, não foi de origem microbiológica. A radiação gama, em doses acima de determinado limiar, pode interferir nos processos fisiológicos, acelerando o metabolismo e acarretando amadurecimento precoce dos frutos. O uso da radiação gama, na dose de 0,4 kGy, mostrou-se útil para a manutenção dos atributos de qualidade da nectarina cv."Sunred", prolongando seu período de conservação pós-colheita sem influenciar os parâmetros nutricionais avaliados (NEVES, MANZIONE, e VIEITES, 2002).

Um dos principais problemas enfrentados pelas empresas produtoras de sucos de laranja é o congelamento à temperatura de -18°C, necessário para a conservação e distribuição do produto. LEMMA, *et al.* (1999) utilizaram a radiação gama na conservação do suco natural de laranja e verificaram pequenas variações no teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. A razão sólidos solúveis/acidez titulável foi determinada e também apresentou pequena variação. O conteúdo de vitamina C do suco de laranja foi afetado pela dose de radiação e pelo período de armazenamento porque ambos provocaram sua redução. A irradiação gama pode ser eficaz na conservação de suco de laranja porque reduz a população microbiana do suco armazenado por até 28 dias. VERRUMA-BERNARDI e SPOTO (2003) avaliaram o efeito de doses de radiações sobre as características sensoriais do suco fresco de laranja, variedade 'Pêra' (*Citrus sinensis* L), conservado sob refrigeração. Utilizaram amostras de suco de laranja refrigerado e refrigerado irradiado com ^{60}Co armazenadas a 4°C. As amostras de suco irradiadas evidenciaram coloração amarelo mais claro, maior brilho e menor grumosidade que o suco controle. Também apresentaram maior intensidade de aroma cozido, passado e artificial, gosto ácido, amargo, sabor cozido e de laranja artificial. As doses de radiação utilizadas alteraram as características de corpo e adstringência do suco. A cor e a grumosidade do suco não irradiado intensificaram-se com o tempo de armazenamento. A irradiação promoveu alterações nas características sensoriais do suco que provavelmente terão influência negativa na sua aceitabilidade e qualidade.

A uva utilizada para produção de vinho, suco ou passa não chega a ser armazenada. Entretanto, uvas frescas, consumidas *in natura*, são armazenadas por longos períodos sob refrigeração. Com o objetivo de avaliar seu comportamento, análises químicas e sensoriais foram realizadas com uvas cv. Itália submetidas a diferentes doses de radiação ionizante, acondicionadas em caixas de papelão e armazenadas sob temperatura de refrigeração durante 30 dias. A irradiação influenciou significativamente a acidez titulável (AT), a relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) e o pH, enquanto que a temperatura de aquecimento afetou o teor de sólidos solúveis (SS) e a relação SS/AT. As características sensoriais, aparência e firmeza, foram sensivelmente afetadas pelas doses de radiação, temperatura de aquecimento e suas interações. A textura não foi afetada pela irradiação, exceto no caso de uvas colhidas com 20 a 30% do estágio de amadurecimento, que apresentaram menor consistência da polpa. A irradiação afetou as características físico-químicas responsáveis pelo amadurecimento da uva Itália. O aquecimento antes da irradiação promoveu aceleração seu no processo de amadurecimento, independente da dose de radiação. O tratamento térmico e a radiação gama, isolados ou combinados não promoveram o aumento de vida-de-prateleira da uva Itália (DOMARCO *et al.*, 1999).

3 CONCLUSÃO

A irradiação age na conservação do alimento impedindo a divisão de células vivas, tais como bactérias e células de organismos superiores, pois altera suas estruturas moleculares. Isso ocorre porque o processo de irradiação inibe a maturação de alguns vegetais ao induzir alterações bioquímicas nos processos fisiológicos do tecido. O uso da técnica de irradiação para a conservação de alimentos por si só não soluciona todos os problemas de perdas, devendo-se preservar o alimento em condições assépticas após irradiado para evitar nova contaminação.

Segundo o estudo realizado, existem alimentos que não sofrem alterações significativas, outros são afetados de forma negativa e há ainda os beneficiados pelo processo. A variação dessas alterações está relacionada ao tipo de alimento, à dose e tempo de irradiação recebidos e sua associação com outros métodos de conservação como, por exemplo, a refrigeração.

Embora a irradiação de alimentos constitua tema desconhecido para a população brasileira, o processo é seguro e não oferece risco ao consumidor e nem ao meio ambiente, pois não produz nenhum tipo de resíduo.

Para se adotar a irradiação como processo de conservação do alimento é importante avaliar os efeitos químicos, físicos e sensoriais provocados pela interação ionizante com o produto irradiado, a fim de se obter o tempo e a dose de irradiação ideais para aumentar a vida-de-prateleira do produto.

ABSTRACT

USE OF IRRADIATION IN FOOD: A REVIEW

This literature review of the irradiation applied on foods broached mainly researches focused on products of vegetal origin. The results of evaluations performed to identify phisic, chemical and sensorial alterations occurred due the ionizing interaction with the irradiated food are presented. Although the food irradiation is an unknown subject for the majority of the Brazilian population, based on the last researches the process does not offer any risks to the consumer nor to the environment because of the absence of residue. The use of irradiation technique for food conservation does not solve all the loss problems, and therefore even after irradiation products must be aseptically preserved to avoid new contamination.

KEY-WORDS: FOOD CONSERVATION; FOOD IRRADIATION; VEGETAL PRODUCTS.

REFERÊNCIAS

- 1 ALCARDE,A. R.; WALDER, J.M.M.; HORII, J. Fermentation of irradiated sugarcane must. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 677-681, 2003.
- 2 ARMELIN, J.M.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; PIEDADE, S.M. de S.; MACHADO, F.M.V.F.; SPOTO, M.H.F. Avaliação física de feijão carioca irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 498-502, 2007.
- 3 DOMARCO, R.E.; SPOTO, M.H.F.; BLUMER, L.; WALDER, J.M.M. Sinergia da radiação ionizante e do aquecimento na vida-de-prateleira da uva "Itália". **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 981-986. Oct./Dec. 1999.
- 4 FDA. Food and Drugs Administration. Section 179.26: ionizing radiation for the treatment of food. In: CODE of Federal Regulations: food and drugs. Washington, D.C., 1995. p. 389-390
- 5 GERMANO, R. M. de A.; ARTHUR, V.; WIENDL, F. M. Conservação pós-colheita de abacates *Persia americana* MILL., variedades Fortuna e Quinta, por irradiação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 2/3, n. 53, p.249-53, 1996.
- 6 GCIA. Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiação de Alimentos. **A irradiação de alimentos: ficção e realidade**. Vienna, 1990. Ficha Descritiva 1-14.
- 7 IAEA. International Atomic Energy Agency. **Facts about food irradiation**. Vienna, 1991. 38 p.
- 8 LEAL, A.S.; KRAMBROCK, K.; GUEDES, K.; RODRIGUES, R.R. Ressonância paramagnética eletrônica-rpe aplicada à análise de especiarias irradiadas (com irradiação gama). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 427-430, 2004.
- 9 LEMMA, J.; ALCARDE, A.R.; DOMARCO, R.E.; SPOTO, M.H.F.; BLUMER, L.; MATRAIA, C. Radiação gama na conservação do suco natural de laranja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, supl., p. 1193-1198, 1999.
- 10 LIMA, K.S.C.; GROSSI, J.L.S.; LIMA, A.L.S.; ALVES, P.F.M.P.; CONEGLIAN, R.C.C.; GODOY, R.L.O.; SABBA-SRUR, A.U.O. Efeito da irradiação ionizante γ na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucus carota* L.) cv. Nantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 202-208, 2001.
- 11 MARTINS, C.G.; BEHRENS, J.H.; ARAGON-ALEGRO, L.C.; VIEIRA, V.S.; COSTA-SOBRINHO, P.S.; VIZEU, D.M.; HUTZLER, B.; FRANCO, B.D.G. de M.; DESTRO, M.T.; LANDGRAF, M. Shelf life of irradiated minimally processed (MP) watercress (*Nasturtium officinale*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 44-48, 2007.

- 12 MOURA, N.C.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; SPOTO, M.H.F.; ARTHUR, V. Avaliação sensorial de feijão preto submetido à radiação de cobalto 60. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 370-374, 2005.
- 13 NEVES, L.C.; MANZIONE, R.L.; VIEITES, R.L. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus pérsica* var. *nucipersica*) frigoconservada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 676-679, 2002.
- 14 OLIVEIRA, A.C.G.; ZANÃO, C.F.P.; ANICETO, A.P.P.; SPOTO, M. H.F.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; WALDER, J. M. M. Conservação pós-colheita de goiaba branca Kumagai por irradiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 375-396, 2006.
- 15 ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, M.P.J.; SILVA, P.R.; MARTINS, R. T. Atitude do consumidor frente a irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.
- 16 PIMENTEL, R.M. de A.; WALDER, J.M.M. Gamma radiation in papaya harvested at three stages of maturation. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 146-150, 2004.
- 17 SILVA, M.A.; AQUINO, S.; GUEDES, R.L.; SILVA, P.V.; TRINDADE, R.A.; PEDROSO, M.P.; VILLAVICENCIO, A.L.C.H. Avaliação sensorial de mandioca pré-cozida submetida a diferentes doses de radiação. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 72, supl.2, p. 1-64, 2005.
- 18 UNITED FRESH FRUIT – VEGETABLE ASSOCIATION. **Food irradiation for the produce industry**. Alexandria, 1986. 11 p.
- 19 VERRUMA-BERNARDI, M.R.; SPOTO M.H.F. Efeito da radiação gama sobre o perfil sensorial de suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 28-32, 2003.
- 20 VIEITES, R.L.; EVANGELISTA, R.M.; CAMPOS, A.J.; MOREIRA, G.C. Efeito da embalagem e da irradiação gama no controle da contaminação microbiana da manga minimamente processada. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 3, p. 197-206, 2004.