

CONSERVAÇÃO DE PIMENTÕES (*Capsicum annum* L.)
ATRAVÉS DAS RADIAÇÕES GAMA DO COBALTO-60

Frederico Maximiliano Wiendl¹

Valter Arthur¹

Toni Andreas Wiendl¹

INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A conservação de alimentos, tais como carnes, frutas e hortaliças, através do uso de métodos físicos, é conhecida desde longa data e mesmo nos tempos pré-históricos. Assim, o frio, conhecido há muitos séculos, foi um dos primeiros a ser utilizado para prolongar a vida de prateleira, principalmente das carnes que se caçavam naquelas épocas. Com a evolução dos processos tecnológicos de conservação de alimentos, observou-se há mais de meio século que as radiações gama do Cobalto-60 ou do Césio-137, ou mesmo elétrons acelerados, são capazes de destruir microorganismos patogênicos, que muitas vezes chegam a causar sérias doenças ou a morte dos consumidores (KÄFERSTEIN, 1993). Como vantagem adicional, as radiações ionizantes induzem, principalmente em frutos, pequenas alterações fisiológicas, que trazem diminuição ou até a paralisação dos processos de maturação. Prolonga-se, assim, sua vida de prateleira, com consideráveis vantagens econômicas (LOAHARANU, 1994).

Atualmente o desenvolvimento da irradiação de alimentos vem sendo promovido pela Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA), pela Organização Mundial da Saúde (WHO) e pela Organização de Alimentos e Agricultura (FAO). O Grupo Consultivo Internacional de Irradiação de Alimentos (ICGFI) é o órgão regulamentador que congrega essas três organizações em todo o mundo (McKINLEY, 1994). Assim, nesse assunto, a humanidade hoje está amplamente amparada em milhares de trabalhos, não apenas científicos, como tam

¹ Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP. Caixa Postal 96, 13400-970 Piracicaba-SP.

bem tecnológicos, econômicos, sociais, etc., que visam à introdução da irradiação comercial de alimentos em todos os países, com amplas vantagens sob o ponto de vista de sua lubridade e de economia para seus consumidores (KÄFERSTEIN & MOY, 1993).

Em um trabalho hoje considerado clássico, SALUNKHE (1961) destaca a possibilidade de se estender a vida de prateleira de frutas e hortaliças com o uso de radiações gama do Cobalto-60. Nesse mesmo sentido SOMMER & FORTLAGE (1966) publicaram trabalho sobre as vantagens da eliminação das doenças de frutas e hortaliças através das radiações ionizantes. SOMMER & MAXIE (1966) publicaram os resultados das pesquisas que realizaram na irradiação de frutas e hortaliças, concluindo pela sua aceitação comercial em larga escala.

A Holanda, país que talvez seja hoje o que mais emprega a irradiação de alimentos como tecnologia de conservação, teve em STADEN (1966) um dos seus defensores, com trabalhos iniciados há mais de trinta anos.

MAXIE & ABDEL-KADER (1966) estudaram com maiores detalhes, a irradiação de frutas e hortaliças, sob o ponto de vista da fisiologia pós-colheita, discutindo o possível sucesso a ser alcançado. Comprovaram real vantagem de usar tal tecnologia.

LANGERAK (1989) destacou a possibilidade de irradiar hortaliças a fim de prolongar sua vida de prateleira. Antes, porém, chamou a atenção para a possibilidade de utilizar uma combinação de métodos para chegar a resultados ainda mais satisfatórios (LANGERAK & BRURS, 1973). O mesmo reconheceu DIEHL (1980), destacando os efeitos das radiações combinadas com calor, sobre o valor nutritivo dos alimentos assim tratados.

AHMED (1992) também chamou atenção para a atual necessidade de irradiação de alimentos, dentre estas as frutas, as hortaliças, os condimentos e os temperos, para dar aos consumidores não apenas opção de melhor qualidade, pois podem ser descontaminados de microorganismos pelas radia-

ções, como também oferecer maior variedade de produtos, que agora podem ser consumidos, mesmo em épocas não tradicionais.

Visa o presente trabalho a mostrar uma combinação de métodos físicos de conservação de alimentos. Procuram-se descrever os efeitos das radiações gama do Cobalto-60 em combinação com o frio, para conservação de pimentões, emba-
lados ou não em lâminas plásticas.

Uma revisão bibliográfica sobre o assunto não revelou quaisquer trabalhos relativos aos efeitos das radiações ionizantes, especificamente em pimentões, embora exista uma relação de trabalhos compilada por ZEEUW (1975) sobre irradiação de temperos e condimentos realizados até aquela data na Holanda.

No Brasil, o pimentão ocupa lugar de destaque, colhido em área de aproximadamente 5500 hectares com o total de 116.550 toneladas em 1990. O Estado de São Paulo contribui com mais de um terço deste total, com 1813 hectares e 39.893 toneladas nesse mesmo ano. Em 1993 o valor da produção em São Paulo chegou a ser de US\$8.180.000,00, ou seja, um preço médio de US\$6,61 por caixa de 11 kg (IEA, 1993).

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de pimentão *Capsicum annum* L., variedade Magda, foram levados após sua colheita diretamente do campo ao laboratório para serem selecionados por tamanho e cor. Procurou-se selecionar frutos de cor semelhante, determinando entre os valores 297 (verde Lierre) e 426 (verde Prússia) da tabela de cores de SÉGUY (1936). A colheita foi realizada no dia 22 de outubro de 1992, no Município paulista de Capivari, Bairro das Palmeiras, Sítio Santo Antônio, do proprietário Roberto Angelini. Depois de selecionados, foram mergulhados durante cinco minutos em uma solução de 0,5 g por litro de Benlate. Após secagem ao ar, foram irradiados com as seguintes doses de radiações gama: Zero (Testemunha), 200, 400, 600 e 800 Gy, à taxa de 1,46 kGy por hora. O experimento constou de 160 parcelas ou

frutos. Cada dose (ou Tratamento) constava de 32 parcelas, ou seja, 32 frutos. Após a irradiação, metade dos pimentões ficou mantida em ambiente de laboratório, isto é, à temperatura entre 25 e 27°C, e a outra metade em local refrigerado, entre 7 e 9°C. As umidades relativas oscilavam entre 65 e 75% e entre 50 e 55%, respectivamente. Para cada um dos ambientes, 1/4 do total das parcelas dos pimentões foi embalado individualmente em lâminas plásticas de PVC com espessura de 0,10 mm (considerado Grosso). Outra quarta parte foi embalada em plástico de 0,03 mm (considerado Fino), e os restantes permaneceram sem embalagem. Os pimentões foram pesados individualmente, em doze pesagens, efetuadas após 0, 4, 9, 11, 17, 22, 26, 31, 37, 44, 50 e 58 dias, quando se encerrou a fase experimental de laboratório.

Foram realizadas análises de resistência da casca, com um perfurômetro REX, tipo A-61, modelo 1600, em outra amostra, inicial, de 12 pimentões. O índice médio foi 4,1 Newtons por m² no "equador" dos frutos. O Brix médio desses frutos foi 5,2 e o pH 5,69.

RESULTADOS

Encontram-se na **TABELA 1** os valores médios de dias de vida de prateleira (iguais aos dias de vida após irradiação ou da colheita), respectivamente em relação às doses, ambientes e cobertura plástica. Na **TABELA 2**, encontram-se as porcentagens de perda de peso diárias dos pimentões submetidos às radiações gama do Cobalto-60, conforme o ambiente onde foram mantidos, doses aplicadas e cobertura plástica.

As determinações de resistência da casca, Brix e pH posteriores à finalização dos experimentos não foram realizadas em todos os pimentões devido ao descarte ocasionado pelas podridões que se instalaram após cada um dos seus respectivos períodos de vida de prateleira. Foram, porém, realizadas algumas determinações, cujos valores, incompletos, estão resumidos na **TABELA 3**.

TABELA 1. Dias de vida pós-colheita de pimentões irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos após tratamento em laboratório ou sob refrigeração, recobertos individualmente com lâminas plásticas de 0,03 mm (Fino) e de 0,10 mm (Grosso).

Dose (Gy)	Ambiente laboratório (25 a 27°C - UR 65 - 75%)		Ambiente refrigerado (7 a 9°C - UR 50 - 55%)			
	Sem plástico		Sem plástico			
	Fino	Grosso	Fino	Grosso		
0 (Testemunha)	10,0 d	4,0 a	4,0 a	41,0 a	58,0 d	21,5 a
200	25,3 c	24,0 c	10,5 b	47,8 ab	47,5 c	58,0 c
400	21,0 c	17,0 b	28,5 cd	54,5 b	31,5 a	29,5 ab
600	15,3 b	21,5 c	24,0 c	52,8 b	42,0 b	37,0 b
800	29,3 d	15,0 b	31,0 d	41,0 a	48,0 c	44,0 b
Média dos irradiados	22,7	19,4	23,5	49,0	42,3	42,1

TABELA 2. Porcentagens médias de perda de peso diário de pimentões irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos após tratamento em laboratório ou sob refrigeração, recobertos individualmente com lâminas plásticas de 0,03 mm (Fino) e de 0,10 mm (Grosso).

Dose (Gy)	Ambiente laboratório (25 a 27°C - UR 65 - 75%)		Ambiente refrigerado (7 a 9°C - UR 50 - 55%)	
	Sem plástico	Com plástico Fino Grosso	Sem plástico	Com plástico Fino Grosso
0 (Testemunha)	1,63 d	0,69 c 0,12 c	1,15 c	0,66 c 0,06 d
200	1,25 b	0,53ab 0,08 b	0,90 a	0,68 c 0,03 a
400	1,37 c	0,57 b 0,06 a	0,87 a	0,42 b 0,04 b
600	1,61 d	0,50 a 0,08 b	0,92 a	0,33 a 0,05 c
800	1,15 a	0,53ab 0,09 b	0,98 b	0,35 a 0,04 b
Média dos irradiados	1,35	0,53 0,08	0,92	0,45 0,04

TABELA 3. Médias de unidades de resistência à penetração na casca (N/m^2), Brix e pH de pimentões irradiados com radiações gama do Cobalto-60, mantidos sob refrigeração e recobertos individualmente com lâminas plásticas de duas espessuras: 0,03 (Fino) ou 0,10 (Grosso).

Dose (Gy)	Ambiente laboratório (25 a 27°C - UR 65 - 75%)		Ambiente refrigerado (7 a 9°C - UR 50 - 55%)	
	Sem plástico	Com plástico Fino Grosso	Sem plástico	Com plástico Fino Grosso
N/m^2 Testemunha 4,2	...	3,3 3,8
Brix Testemunha 7,0	...	7,0 6,2
pH Testemunha 5,7	...	5,4 5,3
N/m^2 Média irrad. 4,0	2,9	3,3 3,7
Brix Média irrad. 6,8	8,3	5,3 5,5
pH Média irrad. 5,4	5,7	5,0 5,2

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

1) A refrigeração para conservação de pimentões prolonga sensivelmente a vida de prateleira destes frutos. Devido ao encerramento prematuro dos experimentos, não pôde ser detectada qual seria a máxima vida de prateleira.

2) A irradiação de pimentões para prolongamento da vida de prateleira é um método indicado, sendo possível o uso de doses entre 200 e 800 Gy de radiações gama do Cobalto-60.

3) A perda de peso diminui praticamente à metade quando se utilizam lâminas plásticas com 0,03 mm de espessura, e a menos de um vigésimo quando se utiliza plástico com 0,10 mm de espessura. Detectou-se, ainda, perda um pouco menor quando os pimentões foram irradiados.

4) A embalagem de plástico diminui a vida de prateleira de pimentões. Esta desvantagem, é em parte, compensada, com o uso das radiações se os pimentões forem mantidos em ambiente de laboratório, mas é prática prejudicial em aproximadamente 13% se o ambiente for refrigerado. A embalagem plástica, principalmente se mais espessa, pode porém, ser utilizada se os pimentões forem irradiados e mantidos em ambiente de laboratório. Na prática, o consumidor não deve embalar seus pimentões, a não ser que estejam irradiados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Prof. Alfredo José Ferraz de Mello pelas correções do texto e versão ao Inglês do **Summary**, assim como à técnica, Srta. Clarice Matraia, pelo auxílio nas análises na fase experimental de laboratório.

RESUMO

Foram irradiados pimentões (*Capsicum annum* L.) da

variedade Magda para fins de prolongamento de vida de prateleira, com as doses de: Zero (Testemunha), 200, 400, 600 e 800 Gy de radiações gama do Cobalto-60, sob a taxa de 1,46 kGy por hora. Após irradiação esses frutos foram mantidos sob condições de laboratório a uma temperatura entre 25 e 27°C e refrigerado a uma temperatura de 7 a 9°C, sendo ainda embalados em plásticos de duas espessuras: 0,03 mm (Fino) e 0,10 mm (Grosso). Observou-se que o fator que mais influenciou a vida de prateleira foi a refrigeração, chegando a quadruplicar essa vida nas Testemunhas não irradiadas, isto é 41,0 dias em comparação com os 10,0 dias dos pimentões que permaneceram em ambiente de laboratório. A irradiação praticamente duplicou a vida de prateleira dos pimentões que permaneceram em ambiente de laboratório, passando dos 10,0 a uma média de 17,7 dias. Pimentões irradiados e depois refrigerados ficaram 49,0 dias em estado próprio para consumo. A perda de peso, outro parâmetro avaliado, sofreu diminuição, perdendo-se menos em primeiro lugar pela refrigeração, depois pelo tratamento de irradiação, e finalmente pelo uso do plástico, em especial o mais espesso, de 0,10 mm (Grosso).

Concluiu-se também que os pimentões armazenados pelo consumidor em geladeira não devem ser mantidos em plástico. Caso, porém, sejam irradiados, isto poderá prolongar sua vida de prateleira por aproximadamente mais uma semana.

Palavras-chave: Pimentão, radiação gama do Cobalto-60, conservação.

SUMMARY

PRESERVATION OF SWEET PEPPER (*Capsicum annuum* L.) THROUGH THE USE OF GAMMA RADIATIONS OF COBALT-60

Sweet pepper fruits of the variety Magda were irradiated in order to increase their shelf life with doses of: 0 (control), 200, 400, 600 and 800 Gy of gamma radiations of Cobalt-60, at a dose rate of 1.46 kGy per hour. After

irradiation, these fruits were maintained in two environments: The first in the laboratory, between 25 and 27° Centigrade and the second in the refrigerator at 7 to 9° Centigrade. The fruits were also wrapped with two types of plastic foils: Thin plastic with 0.03 mm thickness and the Thick plastic with 0.10 mm. It was observed that the main factor of conservation was refrigeration, increasing up to four times the control from 10.0 days to 41.0 days. The irradiation was responsible to increase about twice the shelf life of the sweet peppers under laboratory conditions, from 10.0 to 17.7 days. The refrigerated peppers had an increase of their shelf life from 49.0 to 58.0 days due to the radiations. The weight loss, another parameter studied, decreased primarily with refrigeration, then because of irradiation and finally because of plastic, mainly the Thick plastic foil of 0.10 mm.

As a final conclusion, it was observed that sweet peppers stored in refrigerator by the consumer should not be wrapped by plastic sheets, unless they were irradiated. However, if irradiated, this practice can increase the conservation of the peppers for about one additional week.

Key words: Sweet pepper, gamma radiation of Co-60, preservation.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, M., 1992. Up to Date Status of Food Irradiation. In: CONFERENCE ABSTRACTS OF THE 8th INTERNATIONAL MEETING ON RADIATION PROCESSING. Beijing, September 13-18. p.85.
- DIEHL, J.F., 1981. Effects of Combination Process on the Nutritive Value of Food. In: COMBINATION PROCESSES IN FOOD IRRADIATION. PROC. OF A SYMPOSIUM. Colombo, Sri Lanka, November 24-28, 1980. Viena, International Atomic Energy Agency. p. 349-366.
- IEA, 1993. Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, 23 (11).

- KÄFERSTEIN, F.K., 1993. Safe Food More Needed than Ever Before. Press Release of the World Health Organization n^o 86, November 9, Geneva. 2p.
- KÄFERSTEIN, F.K. & G.G. MOY, 1993. Public Health Aspects of Food Irradiation. **J. Public Health Policy**, 14 (2): 149-163.
- LANGERAK, D.I., 1989. The Preservation of Fruits and Vegetables by Ionizing Radiation. In: IFFIT TRAINING COURSE ON FOOD IRRAD. Utrecht. 32p.
- LANGERAK, D.I. & M.F.J. BRURS, 1973. Preliminary Study Concerning the Influence of Combined Heat and Radiation Treatment on the Quality of Some Horticultural Products. **Acta Alimentaria**, Budapest, 2: 229-243.
- LOAHARANU, P., 1994. Cost/Benefit Aspects of Food Irradiation. **Food Technology**, 48 (1): 104-108.
- MAXIE, E.C. & A. ABDEL-KADER, 1966. Food Irradiation Physiology of Fruits as Related to Feasibility of the Technology. **Advances in Food Res.**, New York, 15: 105-145.
- McKINLEY, 1994. Report on the Activities of the International Consultative Group on Food Irradiation. In: CONFERENCE ABSTRACTS OF THE 9th INTERNATIONAL MEETING ON RADIATION PROCESSING. Istanbul, September 11 - 16. p. 173.
- SALUNKHE, D.K., 1961. Gamma Radiation Effects on Fruits and Vegetables. **Econ. Botany**, Baltimore, 15: 28-56.
- SÉGUY, E., 1936. **Code Universel des Couleurs. Encyclopédie Pratique du Naturaliste**. Paris, Paul Lechevalier Ed. Librairie pour les Sciences Naturelles. 116p.
- SOMMER, N.F. & R.J. FORTLAGE, 1966. Ionizing Radiation for Control of Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables. **Advances in Food Res.**, New York, 15: 147-193.
- SOMMER, N.F. & E.C. MAXIE, 1966. Recent Research on the Irradiation of Fruits and Vegetables. In: INTERNAT. SYMP. FOOD IRRAD. Karlsruhe, 1966. PROCEEDINGS ON FOOD IRRADIATION. Viena, International Atomic Agency. p. 571-587.
- STADEN, O.L., 1966. Experiences with the Irradiation of Vegetables in the Netherlands. In: INTERNAT. SYMP. FOOD IRRAD. Karlsruhe, 1966. PROCEEDINGS ON FOOD IRRADIATION. Viena, International Atomic Agency. p. 609-617.

ZEEEUW, D., 1975. Commercialization of Irradiated Potatoes, Mushrooms, Onions and Spices in the Netherlands. In: REQUIREMENTS FOR THE IRRADIATION OF FOOD ON COMMERCIAL SCALE. PROC. OF A PANEL. Viena, March 18-22 1974. Viena, International Atomic Energy Agency. p. 133-39.