

Efeito combinado da embalagem em atmosfera modificada e radiação gama na microbiologia e na aceitação sensorial de filés de peito de frango resfriados

Samira Pirola Santos Mantilla^{1*}

Érica Barbosa Santos¹

Hélio de Carvalho Vital²

Sérgio Borges Mano¹

Mônica Queiroz de Freitas¹

Robson Maia Franco¹

¹Departamento de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Veterinária
Universidade Federal Fluminense, CEP 24230-340, Niterói – RJ, Brasil

²Centro Tecnológico do Exército, Divisão DDQBN, Rio de Janeiro – RJ, Brasil

*Autor para correspondência
samiramantilla@yahoo.com.br

Submetido em 26/08/2009
Aceito para publicação em 14/03/2010

Resumo

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito combinado da embalagem em atmosfera modificada e irradiação no aumento da validade comercial e na aceitação sensorial de filés de peito de frango resfriados. A combinação da mistura 80%CO₂/20%N₂ e irradiação a 3kGy aumentou o prazo comercial de 5 para 16 dias. As bactérias ácido láticas e *Aeromonas* spp. foram as mais resistentes à radiação e à alta concentração de CO₂ enquanto as enterobactérias, os coliformes e *Listeria* spp. demonstraram maior sensibilidade. A tecnologia combinada proporciona filés de peito de frango com maior prazo de validade comercial e seguros ao consumidor, sem alterar o sabor e odor desse alimento, podendo ser sugerida como alternativa na indústria alimentícia.

Unitermos: aceitação sensorial, atmosfera modificada, radiação gama, validade comercial

Abstract

Combined effect of modified atmosphere packaging and gamma radiation on microbiology and sensory acceptance of refrigerated chicken breast fillets. The aim of this study was to investigate the combined effect of modified atmosphere packaging and irradiation on increase of the shelf-life and sensory acceptance of refrigerated chicken breast fillets. The combination of the mixture 80% CO₂/20% N₂ and the irradiation (3kGy) increased the shelf-life from 5 to 16 days. The lactic acid bacteria and *Aeromonas* spp. were the most resistant to radiation and high concentration of CO₂, while the enterobacteria, coliforms and *Listeria* spp. showed the greatest sensitivity. The combined technology provides chicken breast fillets with longer shelf-life and safety to the consumer, without changing the flavor and aroma of food and it may be suggested as an alternative in the food industry.

Key words: gamma radiation, modified atmosphere, sensory acceptance, shelf-life

Introdução

Aproximadamente um terço da produção mundial de alimentos deteriora-se antes mesmo de chegar à mesa do consumidor. Além disso, o processo de globalização tem favorecido a propagação de enfermidades transmitidas por alimentos. Logo, tratamentos capazes de estender a validade comercial e garantir a inocuidade de produtos alimentícios podem constituir valiosos recursos, auxiliando a minimizar tais problemas (Vital e Freire-Junior, 2008).

O efeito combinado da irradiação com outras formas de conservação pode ser utilizado para impedir o desenvolvimento de células mais resistentes. Uma tecnologia emergente é a combinação com embalagens em atmosfera modificada, sendo que o processo de irradiação é um tratamento bactericida enquanto o sistema de embalagem representa um tratamento bacteriostático (Worcman-Barnika e Landgraf, 2006).

A utilização dos métodos combinados pode culminar com a redução da dose necessária para assegurar a estabilidade microbiológica do produto durante a distribuição, comercialização e consumo, sem prejuízo de aspectos nutricionais e/ou sensoriais (Sant'Ana e Araújo, 2007).

Sommers e Fan (2006) relatam que embora a irradiação seja muito eficiente no controle de patógenos de origem alimentar, a adoção da tecnologia de irradiação na indústria de carnes é limitada devido aos conceitos de qualidade e saúde sobre os produtos irradiados.

Alguns pesquisadores têm enfatizado o uso combinado da embalagem com a irradiação em carne de frango como Chouliara et al. (2008) e Miyagusku (2008). Os efeitos da irradiação conjuntamente com a Embalagem em Atmosfera Modificada (EAM) variam de acordo com o tipo de carne analisada e com a composição da atmosfera na embalagem. A irradiação pode resultar em odor de queimado ou descoloração da carne fresca nas embalagens que contêm ar (oxigênio). Conseqüentemente, considerando a qualidade sensorial e os interesses para a segurança do alimento, os efeitos da irradiação em combinação com o vácuo ou com a EAM, da carne bovina e de aves devem ser mais estudados (Lee et al., 1996).

O objetivo desse estudo foi analisar o efeito combinado da embalagem em atmosfera modificada e da radiação gama na aceitação sensorial e no aumento do prazo comercial, acompanhando a microbiota deteriorante e patogênica naturalmente presente em filés de peito de frango resfriados.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em duas etapas. Ao total, foram obtidos 4kg de filé de peito de frango resfriado em comércio varejista no município de Niterói, RJ, sendo transportado em caixa de polímero expandido com gelo para o Laboratório de Controle Microbiológico de Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Fluminense, onde foram realizadas as seguintes análises bacteriológicas, considerando-se o dia zero: Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Mesófilas (CBHAM), Contagem de Bactérias Heterotróficas Aeróbias Psicotróficas (CBHAP), contagem de bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, contagem de bactérias ácido lácticas, contagem de bactérias dos gêneros *Listeria*, *Aeromonas* e *Yersinia*, e enumeração de coliformes totais e termotolerantes.

As amostras (18g) foram diluídas em 162mL de solução salina peptonada 0,1%, homogeneizadas em "stomacher" em velocidade normal por dois minutos e diluídas até 10^{-5} sendo, posteriormente, semeadas em meios específicos para cada microrganismo analisado, através da técnica de semeadura em profundidade. Foram utilizados os seguintes meios de cultura de acordo com as especificações recomendadas pelos fabricantes: meio Agar Padrão para Contagem (APC) para CBHAM e CBHAP (Merck), Agar "Violet Red Bile Glucose" (VRBG) para enterobactérias (Himedia), Agar "Man Rogosa and Sharpe" (MRS) com sobrecamada para bactérias ácido lácticas (Himedia), "Oxford *Listeria* Base" (Himedia) adicionado com "*Listeria* Selective Supplement (Oxford Formulation)" (SR0140) para *Listeria* spp. (Oxoid) e Agar "Starch-ampicillin" (SA) adicionado com 1% de ampicilina (Himedia) para *Aeromonas* spp. A contagem foi realizada com auxílio de contador de colônias tipo Quebec, observando-se colônias típicas.

Para a enumeração de coliformes totais e termotolerantes foi utilizado o Caldo “Fluorocult” com metodologia miniaturizada segundo Merck (2000), modificada por Franco e Mantilla (2004), onde foram usados pipetadores acoplados com ponteiras esterilizadas para preparo e inoculações de 0,1mL (100µL) das diferentes diluições em 1mL (1000µL) dos meio caldo seletivo em “eppendorf”.

Na primeira etapa do experimento, a amostra (2kg) foi dividida assepticamente em 24 amostras de 18g e acondicionadas em embalagens plásticas de nylon-poli da marca Gabrilina com sete camadas e taxa de permeabilidade ao oxigênio (TPO₂) de 60cm³/m².dia (a 23°C e 1 atm). Foram formados dois grupos: 1) grupo controle, onde as embalagens foram preenchidas com ar atmosférico (Ar/0kGy); 2) grupo embalado em ar e irradiado a 3kGy (Ar/3kGy); sendo, então, termosoldadas e estocadas sob refrigeração a 1 ± 1°C durante todo o experimento. As análises bacteriológicas foram realizadas nos dias 1, 3, 5, 7, 9, 12 e 18 de estocagem. Após a semeadura, as placas foram incubadas em estufa a 35-37°C por 24 a 48h com exceção das placas contendo o meio para contagem de bactérias psicrotróficas as quais foram incubadas sob refrigeração a 4°C ± 1°C por 7 a 10 dias. Os “eppendorf” contendo o caldo “Fluorocult” com os inóculos foram incubados a 35-37°C por 24h.

Na segunda etapa da pesquisa, a amostra (2kg) foi dividida assepticamente em 24 amostras de 18g e acondicionadas em embalagens plásticas, formando outros dois grupos: 3) grupo embalado em atmosfera modificada 80%CO₂/20%N₂ (ATM/0kGy); 4) grupo embalado em atmosfera modificada 80%CO₂/20%N₂ e irradiado a 3kGy (ATM/3kGy); sendo, então, termosoldadas, estocadas e analisadas conforme citado anteriormente.

Como a contagem inicial foi diferente nas duas etapas do experimento, procedeu-se um cálculo para obter a mesma contagem inicial para todos os grupos, objetivando-se comparar o crescimento bacteriano dos grupos entre si. Para isto, dividiu-se a contagem bacteriana inicial de cada tratamento pelo próprio valor obtendo-se o valor 1. As contagens subsequentes também foram divididas pela contagem inicial. O resultado foi transformado em log UFC/g, sendo que, sempre a

contagem inicial de todos os tratamentos foi 0, pois o log de 1 é zero.

Em relação à análise estatística dos resultados, foi utilizado um programa computacional (DMfit) baseado em microbiologia preditiva e idealizado pelo Dr. József Baranyi do “Institute of Food Research, Reading Laboratory, UK” (Baranyi e Roberts, 1994), capaz de estimar os parâmetros bacteriológicos de crescimento dos microrganismos estudados mediante a equação modificada de Gompertz (Gibson et al., 1987).

A análise foi realizada após o processo de radiação e consistiu em testes de aceitação, onde foram observadas as variáveis sabor e odor das amostras cozidas pelos diferentes tratamentos citados, as quais foram oferecidas de forma monódica e em ordem aleatorizada a 33 julgadores não treinados. Os filés de peito de frango foram adicionados de salmoura a 1% e cozidos em forno elétrico por aproximadamente uma hora e trinta minutos. As fichas utilizadas para a análise foram as sugeridas por Stone e Sidel (1998), onde se utilizou uma escala hedônica variando de 1 – gostei extremamente até 9 – desgostei extremamente. Para a análise estatística dos resultados utilizou-se o programa SAS para calcular a ANOVA com delineamento inteiramente casualizado ao nível de 5% de significância e o teste de Tukey.

Resultados e Discussão

A combinação da EAM com o processo de irradiação aumentou consideravelmente o prazo de validade comercial das amostras de filés de frango resfriado de 5 (controle ar) para 16 dias (ATM/3kGy). Esse resultado pode ser observado na Tabela 1. Grandison et al. (1993) também verificaram que a EAM (20% CO₂/80% O₂ e 20% CO₂/10% O₂/70% N₂) de carne de frango moída potencializou o efeito letal da irradiação nos microrganismos proporcionando em aumento do prazo de validade quando comparado ao uso individual de cada tratamento. Do mesmo modo, Chouliara et al. (2008) verificaram que o efeito na redução dos microrganismos e na extensão da validade comercial de peito de frango resfriado foi mais pronunciado, no caso da combinação da EAM com a irradiação (70% CO₂/30% N₂ e 4kGy).

TABELA 1: Prazo de validade comercial e parâmetros de crescimento da microbiota de filés de peito de frango embalados em ar e em atmosfera modificada 80%CO₂/20%N₂, irradiados a 3kGy ou não irradiados, mantidos a 1 ± 1°C durante 18 dias. g – tempo de geração; Lag – fase de adaptação; CF – contagem final; nd – contagem não detectada; Me – mesófilos; Psi – psicrotróficos; Ent – *Enterobacteriaceae*; CT – coliformes totais; CTer – coliformes termotolerantes; La – bactérias lácticas; Lis – *Listeria* spp.; Aero – *Aeromonas* spp.

Tratamentos Embalagem e dose	Prazo comercial (dias) Baseado no limite: 10 ⁷ UFC/g	Parâmetros de crescimento	Me	Psi	Ent	CT	CTer	La	Lis	Aero
			Contagem inicial normalizada para (1log UFC/g)							
Ar / 0 kGy	5	g (dias)	0,6	0,5	1,5	0,4	1,1	1,6	0,5	-
		Lag (dias)	1,9	2,2	1,2	2,4	8,9	-	1,4	-
		CF (log UFC/g)	4	3,9	3,0	1,1	1,7	2,1	5	nd
ATM 80CO ₂ /20 N ₂ 0 kGy	7	g (dias)	0,5	1,5	1,4	0,4	-	0,5	-	-
		Lag (dias)	4,8	4,2	4,7	5,3	-	6,3	-	-
		CF (log UFC/g)	2,3	2,6	0,8	0,9	nd	1,4	nd	nd
Ar / 3 kGy	10,5	g (dias)	0,4	0,2	-	-	-	0,7	-	0,3
		Lag (dias)	5,8	9,7	-	-	-	4,3	-	7,7
		CF (log UFC/g)	1,7	2,8	nd	nd	nd	4,2	nd	3,3
ATM 80CO ₂ /20 N ₂ 3 kGy	16	g (dias)	0,5	1	-	-	-	1	-	1
		Lag (dias)	5,9	5,9	-	-	-	7,4	-	5
		CF (log UFC/g)	1,81	1,5	nd	nd	nd	2,8	nd	2,4

Quando comparados isoladamente, observou-se que a radiação gama a 3kGy foi mais eficaz que a EAM no aumento da validade desse alimento visto que o prazo comercial destes alimento foi de 10,5 dias e 7 dias, respectivamente. Chouliara et al. (2008), ao analisarem carne de frango embalada em duas misturas gasosas (30% CO₂/70% N₂ e 70% CO₂/30% N₂) e irradiada (2 e 4kGy), também verificaram que a irradiação teve um maior efeito na extensão da validade comercial em comparação com a EAM.

As curvas de crescimento das bactérias analisadas nesse experimento podem ser visualizadas na Figura 1. As bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas apresentaram a maior fase lag no tratamento ATM/3kGy evidenciando a dificuldade de adaptação após os tratamentos de conservação. Assim, a contagem final de bactérias mesófilas foi pequena (1,81 log UFC/g).

Apesar das bactérias psicrotróficas apresentarem maior fase de adaptação no tratamento Ar/3kGy do

que no ATM/3kGy, o uso da EAM em conjunto com a radiação gama foi mais eficiente na manutenção da baixa contagem desse grupo bacteriano visto que a contagem final para o tratamento ATM/3kGy foi menor.

As bactérias da família *Enterobacteriaceae* não cresceram nas amostras tratadas com radiação gama. Este resultado era esperado pois esses microrganismos são muito sensíveis ao processo de radiação conforme citado pelos autores Miyagusku et al. (2003) e Balamatsia et al. (2006) que, ao analisarem carne de peito de frango irradiada, verificaram que as enterobactérias apresentaram sensibilidade a radiação nas doses de 0,5 a 3kGy.

As enterobactérias apresentaram maior fase lag na ATM/0kGy em comparação à embalagem em ar atmosférico e a EAM reduziu consideravelmente a contagem desse grupo em filés de frango resfriados. Gill et al. (1990) relataram que o crescimento de

enterobactérias foi inibido em carcaças de frango embaladas sob CO₂, e a microbiota que prevaleceu foi de lactobacilos. Sawaya et al. (1995) analisaram carcaças de frango embaladas em atmosfera modificada e verificaram que em embalagens com altas concentrações de CO₂ (70% CO₂/30% N₂) o efeito sobre as enterobactérias foi mais pronunciado. A sensibilidade das enterobactérias ao CO₂ também foi descrito por Miyagusku (2008).

Os coliformes termotolerantes somente cresceram nas embalagens em ar não irradiadas. Os coliformes totais somente se desenvolveram nas amostras embaladas em ar e em atmosfera modificada e não irradiadas, sendo que apresentaram maior fase lag na amostras EAM demonstrando uma sensibilidade ao gás carbônico. Outros autores também evidenciaram a sensibilidade do grupo coliformes à irradiação em carne de aves (Lewis et al., 2002; Leonel, 2008) e às altas concentrações de CO₂ (Saucier et al., 2000).

As bactérias ácido lácticas apresentaram maior fase lag no tratamento ATM/3kGy seguido pelo ATM/0kGy e depois pelo Ar/3kGy. Se adaptaram mais rapidamente nas amostras irradiadas devido à sua radioresistência, porém, quando combinou-se com a EAM, os lactobacilos demonstraram maior dificuldade de reprodução. Dhananjayan et al. (2006) também observaram que uma alta concentração de CO₂ (97%) desacelerou o crescimento de bactérias lácticas em patê de peito de peru. A maior eficiência do efeito combinado desses dois processos tecnológicos também foi vista por Miyagusku (2008) em coxa e peito de frango. Observa-se, na Figura 1, que as bactérias lácticas predominaram no tratamento Ar 3kGy, apresentando maior contagem final. Esse fato pode ser explicado pela sua resistência à radiação gama também relatada por Balamatsia et al. (2006) e Chouliara et al. (2008) o que favoreceu o seu desenvolvimento nas amostras irradiadas em detrimento da diminuição da microbiota acompanhante.

As bactérias do gênero *Listeria* somente foram capazes de crescer nas amostras embaladas em ar e não irradiadas. A EAM foi eficaz na diminuição desse gênero assim como também foi evidenciado por Mano et al. (1995) que ao inocularem *L.monocytogenes* em carne de peru e suína e verificaram uma inibição dessa espécie quando as amostras foram embaladas em atmosfera

modificada (20/80 e 40/60 CO₂/0₂). A sensibilidade dessa espécie também foi descrita por Zhu et al. (2008) que ao analisarem amostras de peito de peru irradiadas, (1,0 e 2,5kGy) observaram uma diminuição no número de *L. monocytogenes* naturalmente presente nas amostras.

As *Aeromonas* spp. somente se desenvolveram nas amostras Ar/3kGy, e ATM/3kGy, sendo que a EAM potencializou o processo de irradiação na diminuição desse gênero. Este fato pode ter ocorrido pela diminuição da microbiota acompanhante nesses dois tratamentos, o que favoreceu a sua multiplicação. Ozbas et al. (1997), ao inocularem *Aeromonas hydrophila* em peito de frango e em diferentes atmosferas modificadas (100% CO₂; 80% CO₂/20% N₂) a vácuo e em ar, verificaram que apesar da EAM retardar o crescimento desse microrganismo, o mesmo também foi capaz de crescer na EAM.

Os resultados da análise sensorial encontram-se nas Tabelas 2 e 3, onde observa-se que todos os tratamentos foram aceitos pelos provadores e não houve diferença estatisticamente significativa (p<0,05) entre os tratamentos em relação aos dois quesitos analisados (sabor e odor). Abu-Tarboush et al. (1997), Lewis et al. (2002) e Kanatt et al. (2005) também não evidenciaram alterações no sabor, odor aparência e textura de carne de ave irradiadas nas doses variando de 1 a 10kGy. Miyagusku (2008) verificou que o incremento nas doses de irradiação acima de 3kGy, independente do tipo de sistema de embalagem utilizado (ar, vácuo ou EAM), promoveu alteração crescente do odor de queimado no produto, revelando assim este valor como limite recomendável para a garantia de uma maior validade comercial, sem alteração sensorial perceptível. Entretanto, Toledo et al. (2005) observaram que a irradiação de carne de peito frango nas doses de 2, 4, 6 e 8kGy ocasionou alterações sensoriais tornando-a menos fresca e menos típica.

TABELA 2: Aceitação sensorial em relação ao sabor.

Tratamentos	Média
Atm/3kGy	3,77 ^a
Ar/3kGy	3,53 ^a
Ar/0kGy	3,53 ^a
Atm/0kGy	2,73 ^a

*Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si.

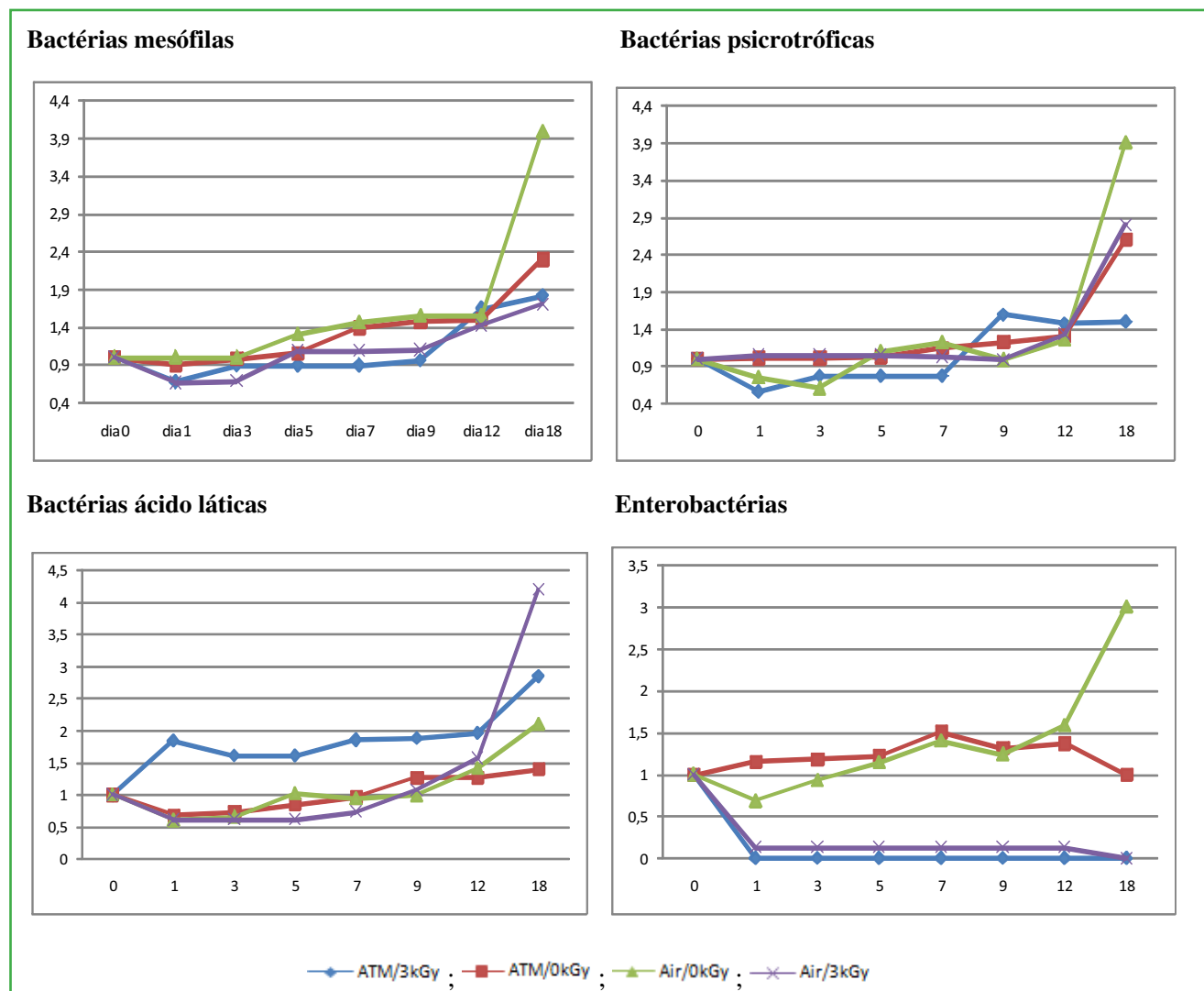


FIGURA 1: Desenvolvimento das bactérias em todos os tratamentos durante os 18 dias de estocagem a $1 \pm 1^\circ\text{C}$. (log UFC/g x dias de estocagem)

TABELA 3: Aceitação sensorial em relação ao odor.

Tratamentos	Média
Ar/3kGy	4,27 ^a
Atm/3kGy	3,6 ^a
Ar/0kGy	3,37 ^a
Atm/0kGy	3,0 ^a

*Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si.

De acordo com os resultados encontrados nesta pesquisa, pode-se concluir que:

1. O uso da EAM (80%CO₂/20%N₂) potencializou o processo de irradiação a 3kGy aumentando o prazo de validade comercial das amostras de filés de frango resfriadas de 5 (controle ar) para 16 dias;

- Quando comparados isoladamente, observou-se que a radiação gama foi mais eficaz que a EAM no aumento da validade e na diminuição da microbiota;
- Os coliformes, as enterobactérias e *Listeria* spp. foram mais sensíveis aos tratamentos enquanto que as bactérias ácido lácticas e *Aeromonas* spp. demonstraram maior resistência.
- A utilização da atmosfera modificada e da radiação gama (3kGy) não alteraram a aceitação sensorial em relação ao sabor e odor dos filés de peito de frango analisados.
- A tecnologia combinada pode ser usada para aumentar o prazo comercial de filés de frango resfriados com diminuição da microbiota deteriorante

e patogênica, sem alteração do sabor e odor desse alimento.

Referências

- Abu-Tarboush, H. M.; Al-Kahtani, H. A.; Atia, M.; Abou-Arab, A. A.; Bajaber, A. S.; El-Mojaddidi, M. A. 1997. Sensory and microbial quality of chicken as affected by irradiation and postirradiation storage at 4°C. **Journal of Food Protection**, **60**: 761-770.
- Balamatsia, C. C.; Rogga, K.; Badeka, A.; Kontominas, M. G.; Savvaidis, I. N. 2006. Effect of low-dose radiation on microbiological, chemical, and sensory characteristics of chicken meat stored aerobically at 4°C. **Journal of Food Protection**, **69** (5): 1126-1133.
- Baranyi, J.; Roberts, T. A. 1994. A dynamic to predicting bacterial growth in food. **International Journal of Food Microbiology**, **23**: 277-294.
- Chouliara, E.; Badeka, A.; Savvaidis, L.; Kontominas, M. G. 2008. Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. **Journal European Food Research and Technology**, **226** (4): 877-888.
- Dhananjayan, R.; Han, I. Y.; Acton, J. C.; Dawson, P. L. 2006. Growth depth effects of bacteria in ground turkey meat patties subjected to high carbon dioxide or high oxygen atmospheres. **Poultry Science**, **8**: 1821-1828.
- Franco, R. M.; Mantilla, S. P. M. 2004. *Escherichia coli* em corte de carne bovina: Avaliação da metodologia aplicada e sensibilidade antimicrobiana dos sorovares predominantes. **Anais do 14º Seminário de Iniciação Científica e Prêmio UFF Vasconcelos Torres de Ciência e Tecnologia**, Niterói, Brasil, p.8-12.
- Gibson, A. M.; Bratchell, N.; Roberts, T. A. 1987. The effect of sodium chloride and temperature on the rate and extent of growth of *Clostridium botulinum* type A in pasteurized pork slurry. **Journal of Applied Bacteriology**, **62**: 479-490.
- Gill, C. O.; Harrison, J. C.; Penney, N. 1990. The storage life of chicken carcasses packaged under carbon dioxide. **International Journal of Food Microbiology**, **11** (2): 151-157.
- Grandison, A. S.; Jennings, A. 1993. Extension of the shelf life of fresh minced chicken meat by electron beam irradiation combined with modified atmosphere packaging. **Food Control**, **4** (2): 83-88.
- Kanatt, S. R.; Paul, P.; D' Souza, S. F.; Thomas, P. 1997. Effect of gamma irradiation on the lipid peroxidation in chicken, lamb and buffalo meat during chilled storage. **Journal of Food Safety**, **17**: 283-294.
- Lee, M.; Sebranek, J. G.; Olson, D. G.; Dickson, J. S. 1996. Irradiation and packaging of fresh meat and poultry. **Journal of Food Protection**, **59** (1): 62-72.
- Leonel, F. R. 2008. **Irradiação e qualidade da carne de frango congelada e embalada a vácuo**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Brasil, 74pp.
- Lewis, S. J.; Vela'Squez, A.; Cuppett, S. L.; Mckee, S. R. 2002. Effect of electron beam irradiation on poultry meat safety and quality. **Poultry Science**, **81**: 896-903.
- Mano, S. B.; Garcia de Fernando, G. D.; López-Gálvez, D.; Selgas, M. D.; Garcia, M. L.; Cambero, M. I.; Ordóñez, J. A. 1995. Growth/survival of natural flora and *Listeria monocytogenes* on refrigerated uncooked pork and turkey packaged under modified atmospheres. **Journal of Food Safety**, **15**: 305-319.
- Merck. 2000. **Microbiology manual**. Merck, Berlin, Germany, 407pp.
- Miyagusku, L. 2008. **Influência da radiação ionizante (60Co) na manutenção da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de cortes de coxa e file de peito de frango acondicionado em deferentes sistemas de embalagens**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Brasil, 207pp.
- Miyagusku, L.; Chen, F.; Leitão, M. F. F.; Baffa, O. 2003. Avaliação microbiológica e sensorial da vida útil de cortes de peito de frango irradiados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, **23**: 7-11.
- Ozbas, Z. Y.; Vural, H.; Aytac, S. A. 1997. Effect of modified atmosphere and vacuum packaging on the growth of spoilage and inoculated pathogenic bacteria on fresh poultry. **Fleischwirtschaft**, **77** (12): 1111-1116.
- Sant'Ana, A. S.; Araújo, I. O. 2007. Irradiação e a segurança e qualidade microbiológica dos alimentos. **Higiene Alimentar**, **21** (151): 37-51.
- Sawaya, W. N.; Elnawawy, A. S.; Aburuwaida, A. S.; Khalafawi, S.; Dashti, B. 1995. Influence of modified atmosphere packaging on shelf-life of chicken carcasses under refrigerated storage-conditions. **Journal of Food Safety**, **15** (1): 35-51.
- Sommers, C. H.; Fan, X. 2006. **Food irradiation research and technology**. Blackwell Publishing and Institute of Food Technologists, Ames, USA, 317pp.
- Vital, H. C.; Freire-Junior, M. 2008. A irradiação de alimentos. In: Rosenthal, A. (Ed.). **Tecnologia de alimentos e inovação: Tendências e perspectivas**. 1ª ed. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, Brasil, p.149-164.
- Saucier, L.; Gendron, C.; Garipey, C. 2000. Shelf life of ground poultry meat stored under modified atmosphere. **Poultry Science**, **79** (12): 1851-1856.
- Stone, H.; Sidel, J. L. 1998. Quantitative descriptive analysis: Developments, applications, and the future. **Food Technology**, **5** (8): 48-52.
- Toledo, T. C. F.; Canniatti-Brazaca, S. G.; Spoto, M. H. F.; Arthur, V. 2005. Sensory evaluation of chicken breast under gamma irradiation at commercial doses. **Journal of Food Science**, **70** (1): 8-12.
- Worcman-Barnika, D.; Landgraf, M. 2006. Microbiologia de carne irradiada. In: Shimokomaki, M.; Olivo, R.; Terra, N. N. & Franco, B. D. G. M. (Eds). **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. Editora Varela, São Paulo, Brasil, p.147-152.
- Zhu, M. J.; Mendonca, A.; Ismail, H. A.; Ahn, D. U. 2008. Effects of irradiation on survival and growth of *Listeria monocytogenes* and natural microflora in vacuum-Packaged turkey hams and breast rolls. **Poultry Science**, **87**: 2140-2145.