

[報文]

ガンマ線照射による鶏卵の食味変化とサルモネラの殺菌効果

WOON Jae-Ho^{2,3)}, 伊藤 均¹⁾, 多田幹郎²⁾

¹⁾ 元日本原子力研究所高崎研究所 (現独立行政法人農業食品産業総合研究機構食品総合研究所)

(〒370-0884 群馬県高崎市八幡町 935-6)

²⁾ 元岡山大学農学部 (現中国学園大学) (〒701-097 岡山市庭瀬 83)

³⁾ 現韓国農林部国立獣医科学検疫院

Effect of gamma-irradiation of hen's eggs on organoleptic changes and elimination of *Salmonella*

WOON Jae-Ho^{2,3)}, Hitoshi ITO¹⁾ and Mikiro TADA²⁾

¹⁾ formally Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, Japan Atomic Energy Research Institute, Yahata-machi 935-6, Takasaki, Gunma 370-0884, Japan

²⁾ formally Faculty of Agriculture, Okayama University, Niwase 83, Okayama-shi 701-097, Japan

³⁾ National Veterinary Research and Quarantine Service, San 23-4, Deungchon-dong, Kangseo-gu, Seoul 167-032, Republic of Korea

Summary

Threshold dose for organoleptic changes by gamma irradiation in shell eggs is at 0.5 kGy, whereas frozen egg products is at 2.4 kGy and dehydrated egg products is at 3 kGy respectively. For the elimination of *Salmonella*, necessary dose is estimated to be 1 kGy for shell eggs and to be 2 kGy for dehydrated egg products from survival fraction of *S. Typhimurium* or *S. Enteritidis*. Contamination of *Salmonella* occur significantly in liquid egg products and for the reason of threshold dose of organoleptic changes, irradiation treatment should be applied to dehydrated condition with 2 - 3 kGy.

Key words: liquid egg products, *Salmonella*, Effect of elimination by gamma-irradiation, Organoleptic changes, Dehydrated condition

はじめに

サルモネラによる卵の食中毒が多発していると報道されて久しいが、実際の新鮮な殻付き卵中のサルモネラ汚染率は0.03%と少ないことが報告されている¹⁾。著者らが市販の生卵100個についてサルモネラ増菌培養法によって調べた結果でも、サルモネラ汚染卵は1個もなく、増菌培養で分離された10株の汚染菌の多くは *Pseudomonas* 系の細菌であり、

coliforms は2株であった。この結果は伊藤らが鶏肉10試料(各100g)中の2試料からサルモネラを分離したのに比べて、汚染率が著しく低いことを示している²⁾。

しかし、鶏卵製品の約20%を占める液卵の場合には、殻付き卵として流通できない卵(破卵、汚卵、シミ卵等)も用いられるため、サルモネラの汚染率も高く、4~12%の検体から検出されると報告されている¹⁾。そして、*Salmonella* Enteritidis などの汚

染菌数は、25g中の生鮮汚染卵で2～16個に対して室温で14日間保存すると2～1200個に増加するという。

放射線による卵のサルモネラ殺菌の問題点は、食肉や魚介類での照射臭が発生が3kGyで微量に発生²⁾(調理によって消失する程度)する程度であるのに対して、低線量でも照射臭が発生する可能性があることである。本研究では鶏卵の各種条件下でのガンマ線照射による食味変化と、*S. Typhimurium* および *S. Enteritidis* の放射線殺菌効果について検討した。

実験方法

1. 照射試料と食味試験

照射試料は殻付き生卵、ドライアイス下での凍結液卵、液卵の凍結乾燥製品を用意した。照射は日本原子力研究所高崎研究所のコバルト-60照射施設を用い、ガンマ線を0.5～5kGy照射した。照射位置の線量率およびデュワービン中の線量率は、フリッケ鉄線量計で測定しておいた。食味変化は5名で判定し、色調変化、照射臭の有無、味、粘度変化について調べた。

2. 殺菌効果

S. Typhimurium YK-1株と *S. Enteritidis* YK-2株の定常期細胞を液卵中に懸濁し、常温下、ドライ

アイス凍結下、凍結乾燥下で照射して、Difco-Nutrient agar 平板培地で生残菌数を測定し、生存曲線よりD₁₀値を得て殺菌線量を推定した。

実験結果および考察

殻付き生卵を照射すると、Table 1に示すように0.5kGyで照射臭が若干認められ、食味の許容限界線量であった。黄身の退色も0.5kGyでも若干認められ、2～3kGyで明確に認められる。白身の粘度も0.5kGyで若干低下し、3kGy照射後の粘度はほとんど認められなかった。液卵を凍結照射した場合でも、Table 2に示すように黄身の退色や白身の粘度低下は1.2kGyでも若干認められ、照射臭や味の低下は2.4kGyで若干認められた。

一方、液卵を凍結乾燥してから照射すると、照射臭や味の低下、黄身の退色、白身の粘度低下は3kGyでもほとんど認められなかった。しかし、5kGy照射すると、白身の粘度低下や黄身の退色が若干認められた。なお、ゆで卵の状態で照射した場合には1kGyで照射臭が若干認められた。

また、*S. Typhimurium* YK-1株を液卵に混ぜ、凍結下と凍結乾燥下で照射すると、Fig. 1に示すように放射線感受性は両者での差が大きくなり、D₁₀値は凍結下で0.80kGy、凍結乾燥下で0.85kGyであった。*S. Enteritidis* YK-2株でもTable 3に示すように、凍結乾燥下でのD₁₀値は0.80kGyである。一方、室

Table 1 Organoleptic changes in shell eggs irradiated at room temperature.

Dose, kGy	Fading of yolk yellow color	Off flavor	Decrease of viscosity	Taste
0	-	-	-	-
0.5	±	±	±	±
1	+	+	+	+
2	++	++	++	++
3	+++	+++	+++	+++

± : slight change, + : change, ++ : great change, +++ : completely change

Table 2 Threshold dose for organoleptic changes in egg products.

Egg product	Fading of yolk yellow color	Off flavor	Decrease of viscosity	Taste
Shell eggs	0.5kGy	0.5kGy	0.5kGy	0.5kGy
Frozen egg products	1.2kGy	2.4kGy	2.4kGy	1.2kGy
Freeze dried egg products	3kGy	5kGy	5kGy	5kGy

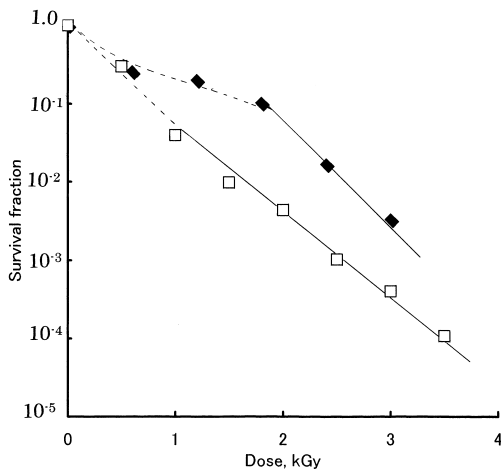


Fig. 1 Comparative sensitivities of *S. Typhimurium* YK-1 to gamma irradiation under freeze dried egg products () or frozen egg products ().

温照射下では D_{10} 値は 0.36 ~ 0.47kGy である。

この結果から考察すると、殻付き生卵を室温で 1kGy 照射すると、汚染卵中のサルモネラの生残菌数を 1% 以下にまで殺菌できる。一方、液卵を凍結乾燥した場合には、2kGy で汚染卵中の生残菌数を 1% 以下にまで殺菌できる。殻付き生卵の場合、汚染卵 1 個当たりのサルモネラ汚染菌数は貯蔵 3 日後で 1 ~ 16 個程度なので、凍結乾燥下で 2kGy 照射すると汚染卵のサルモネラ菌数は 0.1 個以下になり、食中毒発症菌量 (10 個以上) に比べて生残菌数が著しく少ない程度にまで殺菌できる。

一方、凍結液卵の場合には、2.4kGy でも照射による食味変化が若干起こるし、生存曲線が肩を有するため、2kGy では殺菌効果は不十分であり、放射線での殺菌処理は望ましくないであろう。

これに対し、液卵を凍結乾燥した場合には、3kGy でも食味変化はほとんどなく、殺菌効果も十分にあ

り、白身は 5kGy でも許容できる程度の変化である。M. Du and D. U. Ahn も乾燥卵製品の食味変化の許容限界線量は 3kGy であると述べており、真空包装によって照射後の黄身の脂質等の酸化劣化を防止できると報告している³⁾。すなわち、新鮮な殻付き生卵は、採卵後に冷蔵庫で保管すればサルモネラの増殖はなく、汚染率も 0.03% 程度なので放射線殺菌の必要性はないであろう。一方、液卵製品はサルモネラ汚染率が 4 ~ 12% もあり、食品加工に用いるため、乾燥卵製品を真空包装して 2 ~ 3kGy で放射線殺菌するのは衛生的に有効な手段であろう。

まとめ

放射線による卵の食味変化の許容限界線量は、室温下のガンマ線照射で 0.5kGy、凍結下で 2.4kGy、凍結乾燥下で 3kGy であった。一方、*S. Typhimurium* および *S. Enteritidis* の生存曲線からの殺菌効果は、室温照射の 1kGy で 1% 以下、凍結乾燥下では 2kGy で 1% 以下まで衛生的に殺菌することができる。サルモネラの汚染は液卵で起こりやすいため、放射線殺菌は液卵を凍結乾燥処理してから 2 ~ 3kGy 照射するのが適当であろう。

文 献

- 1) 小沼博隆：卵のサルモネラ汚染とその制御，防菌防黴，30(5)，329-340 (2002)
- 2) Prachasitthisak Y. et al.: Shelf life extension of chicken meat by irradiation and microflora changes, *Food Sci. Technol., Int.*, 2(4), 242-245 (1996)
- 3) Du M. and Ahn D. U.: Effect of antioxidants and packaging on lipid and cholesterol oxidation and color changes of irradiated egg yolk powder, *J. Food Science*, 65(4), 625-629 (2000)

(2007 年 6 月 11 日受理)

Table 3 D_{10} values (kGy) of *Salmonella* strains at different conditions.

Irradiation condition	<i>S. Enteritidis</i> YK-2	<i>S. Typhimurium</i> YK-1
0.067M phosphate buffer	0.14	0.16
Fresh shell egg	0.36	0.47
Frozen egg products	0.78	0.80
Freeze dried egg products	0.80	0.85