

[総説]

## 韓国における食品照射の現状 (日本食品照射研究協議会事務局訳)

JOONG-Ho Kwon (権重浩)

慶北大学 (大邱 702-701, 韓国)

### Current status of food irradiation in Korea

JOONG-Ho Kwon

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea*

#### 要 約

照射食品の安全性に関し、韓国政府は国内評価の結果と同様に国際機関 (FAO, WHO, IAEA, CAC, その他) の勧告を原則的に受け入れている。現在, Co-60 からのガンマ線による食品照射が, 26 のアイテムの食品 (または食品群) に対して許可されている。2 つの多目的ガンマ線照射施設 (Greenpia 社 1987 年操業, SOYA 社 2002 年操業) において, 医薬品ならびに限られた食品についての照射処理が実施されている。現時点では, 表示された製品が消費者向けに市場流通していることはない。しかし, 化学薬剤によるくん蒸の代替処理として, 殺菌あるいは殺虫のための照射処理が, 加工食品用の乾燥香辛料, 植物性原材料, その他のマイナーな原料の一部に対して利用されている。そして, 小量ではあるが, 商業ベースで扱われている食品の照射処理の総量は安定している。本稿では, 韓国における食品照射の進展について, その研究, 規制, 商業化, 照射食品の管理の実情について述べる。

キーワード: 食品照射, 研究, 実用化, 管理, 韓国

本稿は, 2007 年 2 月, 韓国慶北大学 食品科学工学科 教授 Joong-Ho Kwon 氏が日本学術振興会の短期招へいプログラムで来日された際の講演内容を, 氏のご厚意により小誌「食品照射」のためにまとめたものである。日本食品照射研究協議会事務局による和訳と原文 (英文) を掲載する。

#### 背 景

一般に, 便利でより安全な食品に対する志向が, 既存の食品保存や品質を改善する方法の限界を打破, あるいは補完するような新技術が必要としている。特に, 食品を汚染する病原微生物に起因する食中毒については, 公衆衛生や付随する経済生産性の問題に対して国家的な取り組みが必要とされる。食

品照射は, 従来の方法に代わるものの一つとして, 50 カ国以上で一つ以上の何らかの食品アイテムについて承認されており, 病原性生物による食品汚染を低減するための非加熱処理として, あるいは検疫上の重要性から, 韓国の食品業界からも注目を集めてきた。

照射食品に関する韓国の規則は, 1983 年の Codex 規格に基づいて確立され, 1993 年の WTO の認知によって強化された。それ以来, 政府は主導的に種々の照射食品について承認の拡大を行った。照射食品の量は加工食品の総量に比較して少ないが, たとえ国際市場で流通している製品の量が限られていても, その技術的なニーズは食品業界の中で増加している。

新技術(例えば100年前のミルクの低温殺菌と現在の食品照射)は、その安全性や、利益、技術的限界に対する消費者の受容により、その導入が難しい。公衆の懸念が認められると、その技術の規制上の認可や商用利用は遅れる。消費者は、元来、新しい技術や製品に対して保守的である。したがって、消費者が、それらからどのような利益を得ることができるかを理解するには時間がかかる。

これらの状況に基づいて、本稿では、研究、規制、商業化、照射食品の管理について、韓国における食品照射の進展について紹介する。

#### 研究活動

電離放射線の線源が利用できるようになった1960年代後半に、食品照射の統括的な研究は始まり、これら早期の知見が、韓国における食品照射の基盤をもたらした。1980年代からの国家的な研究プロジェクトや地域協力型研究プログラムの下で、照射技術は、食品の品質と安全性の保持と向上を目的として、いろいろな食品に適用された。これらの研究の大部分は、従来の方法、例えば化学処置、冷凍、その他の方法に対する食品照射の有効性や実用性に関するものであった。過去40年間の研究開発の成果は、韓国における照射技術の商業利用に必要な知識と経験をもたらした。

研究に用いられた主な食品および飼料類は、発芽する食品(ジャガイモ、タマネギ、ニンニク、クリ、その他)、果物(イチゴ、桃、トマト、リンゴ、西洋ナシ、その他)、生および乾燥したキノコ類、穀物および豆(米、大麦、大豆、インゲン、緑豆、コーンスターチ、その他)、スパイスおよびミックス調味料(唐辛子、黒コショウ、タマネギ、ニンニク、ショウガ、ミックス調味料、その他)、魚および漁業製品、家禽肉、食肉および肉製品、発酵食品(キムチ、発酵大豆ペースト)などである。

新たな研究所、Advanced Radiation Technology Institute (ARTI) は、2006年、KAERI(韓国原子力研究所)の付属組織として韓国 Chonbuk 省 Jeong-eup 市に設立された。ここには、種々の研究施設、例えば3つのガンマ線照射施設、2つの電子線加速器、1つのイオンビーム施設、ガンマフィールドなどが備わっている。また、この他に ARTI-KAERI は、<sup>1</sup>International Training Center of Radiation Food

Science and Biotechnology (食品および生物科学における国際照射研修センター)』としての役割も果たしている。

新しい食品照射技術のアプリケーションとして、照射は、種々の発酵食品(最終製品)の塩濃度を低下させ、いくつかの食品や原料中の有毒物質や好ましくない化合物の除去技術として利用されている。照射は、アレルギー反応を引き起こしているタンパク質構造を修飾することによって食物のアレルゲン性を低減するのに効果的であることが明らかになった。また、モデル系での研究において、揮発性のニトロソアミンが照射によって低減あるいは除去できることが明らかになり、照射によるニトロニトロソアミンの分解物は、人間の胃内の条件下で再結合しなかった。照射により、残存するクロロフィルbを低減できることがモデル系での研究で明らかになり、照射が化粧品用途のお茶エキスで葉緑素bを分解するために利用できることが示唆された。照射技術は、食品または原材料中の有毒あるいは好ましくない化合物を減少あるいは除去する技術として大きな可能性があるが、産業界で実用化するためには、それに先立って、照射によって誘導される分解物を特定し、その安全性を評価するためのさらなる研究が必須である。

さらに、韓国独自の宇宙食としてのキムチが、韓国初の宇宙飛行士が2008年にロシアの宇宙船ソユーズに乗り込む初の宇宙旅行のために開発された。キムチはキャベツ、赤トウガラシ、または他の野菜を含む韓国の伝統的な発酵食品である。韓国の科学者は、Institute of Biomedical Problems(宇宙飛行における生物医学研究のためのロシア州政府の研究所)の研究者とともに、完全に発酵させたキムチにガンマ線と電子線を照射し、それから半乾燥状態に凍らせて真空包装した。すべてが西洋の食品から成るような宇宙食の状況下にあって、このスペースキムチは、宇宙飛行士の消化と腸の機能を正常に保つためにもっとも必要とされる繊維が豊富な東洋の食材を使った宇宙食の開発における突破口となった。

#### 規 制

韓国政府は、照射食品の健全性に関する1980年のFAO/IAEA/WHO 合同専門家委員会、そして、

1983年のCodex委員会による「照射食品の一般規格」の採択と同時に、国内の研究開発の結果に基づき食品照射を認可した。韓国食品医薬品局(KFDA)が、照射食品の認可と規制に関する責任を負っている。食品照射のための一般的な基準と規制は1987年に発効され、1988年、1991年、1995年、2004年に改正が行われた。そして、Co-60からのガンマ線による26のアイテム(グループ)の食品照射が現在許可されている(表1)。

この規制では、どんな状況でも食品の再照射を禁止し、照射食品は適当な容器または適当な包装材により販売前に包装されなければならない。また、包

装済みの照射食品は、国際的なシンボル(通称: radura, 図1)をつけて表示することが義務づけられる。照射処理会社は、2年間、施設でのプロセス制御に関して十分な記録を残さなければならない。現在、照射食品の表示についての規格基準の改訂が、委員会により検討されている。

商業化

2つの多目的ガンマ線照射施設(Greenpia社1987年操業、SOYA社2002年操業)が現在、医薬品と同様に限られた食品材料の処理を実施している。現時点では、表示された照射食品(最終製品)は消費者

表1 韓国における照射許可食品

食品群	品 目	目 的	許可日	線量 (kGy)
1	ジャガイモ	発芽防止	28.09.87	0.15 (max)
	タマネギ		16.10.87	
	ニンニク		14.12.91	
2	キノコ	殺虫	16.10.87	1.00 (max)
3	クリ	殺虫	16.10.87	0.25 (max)
	穀物, 豆(粉末含む)	殺虫, 殺菌	24.05.04	5.00 (max)
5				
6	スパイス(乾燥)	殺菌	13.09.88	10.00 (max)
7	野菜由来調味料(乾燥)		19.05.95	7.00 (max)
	野菜(乾燥)	殺菌	19.05.95	7.00 (max)
	茶(芽含む)		24.05.04	10.00 (max)
	動物性乾燥食品(肉, 魚, 貝類)		14.12.91	7.00 (max)
8	卵(粉末)	殺菌	24.05.04	5.00 (max)
	無菌食(低温滅菌)		19.05.95	10.00 (max)
	ソース類		24.05.04	7.00 (max)
	酵素製品, アロエ, 朝鮮人参, 粉末イースト			
	醤油, 大豆, 赤とうがらしペースト, その他粉末製品(テンジャン, コチュジャン, カンジャン)		14.12.91	7.00 (max)
	デンプン製品		14.12.91	5.00 (max)
	藻類		24.05.04	7.00 (max)

商品群の説明: 1. 球根, 根菜類, 塊茎; 2. 果実, 野菜(1群以外のもの); 3. 穀類, 穀物粉末製品, ナッツ, 油糧種子, 豆類, 乾燥果実; 4. 魚, 魚介類, 魚製品(生または冷凍); 5. 家禽肉, 肉類(生), 肉製品(生または冷凍); 6. 乾燥野菜, スパイス, 調味料, 動物飼料, 乾燥薬草, ハーブティー; 7. 動物性乾燥食品; 8. その他: 蜂蜜, 宇宙食, 病院食, 軍用食糧, 液体卵, 増粘剤などを含む



図1 照射食品の国際シンボル ロゴ (radura)

向けに市場に出していない。照射は、乾燥スパイスと植物性原材料の微生物汚染除去のために部分的に利用されているが、これらの処理原材料がマイナーな成分として含まれる食品についての表示は必要とされない。少量ではあるが、総計では年間約3,000トン程度、照射食品が継続的に市場に流通している。

さらに、食品業界は照射された食品の消費者受容が不確実であることから、この技術を使用するのを嫌う傾向がある。残念なことに、韓国において照射食品に対する消費者の認識や態度を評価する試みは極めて少ないが、いくつかの調査の結果では、消費者の半分以上が照射食品の安全性を気にかけており、消費者は購入について判断する前に、食品照射に関する詳細な情報が提供されることを望んでいることが明らかになった。この結果は、主に原子力技術の安全性についての先入観に由来するものだろう。しかし、消費者は化学処理されたものより照射食品を好むことも明らかになった。これらの結果は、従来のテクノロジーと比較した照射の利益と効果に関する消費者教育が、照射食品に対する消費者の態度に大きな影響を及ぼすことを示唆している。照射食品に対する市民の理解を深めるために、韓国食品医薬品局 (KFDA) によって作られた数種類の照射

食品のパンフレットが、2004年12月から、小・中・高等学校および国立研究機関や食品業界に配布されている。

#### 照射食品の管理

食品照射は、世界中で実用化されている。照射食品に対する消費者の理解を深め、国際貿易を容易にするために、情報提供のための表示は必要である。既存の規則と法令遵守をチェックするために、食品自体を分析する照射処理の検知は非常に望ましい。韓国における照射食品の検知技術確立のため、最初に照射食品の光刺激ルミネッセンス (PSL) と熱ルミネッセンス (TL) の特徴の分析を原理とした物理的な検知法が開発されている。KFDA は、数種の照射食品、乾燥スパイスおよびその製品、合成乾燥調味料製品、ジャガイモ、ニンニク、キノコ (生および乾燥した)、タマネギなどの検知法として、2007年4月12日に PSL 法および TL 法を告知し、2010年1月1日より実効される。

#### 結 論

韓国政府と大部分の食品業界が、既存の方法と比較して食品照射処理に便益と長所を認めているのは事実である。他の何にもまして食品照射における最も重要な仕事は、消費者の精神的な抵抗と照射される食品の輸送に関する問題を解決することである。食品における化学くん蒸剤の禁止の問題を考慮すると、照射処理は、食品の品質保持と安全性向上のための代替技術の一つであると言える。この点で、従来の方法と比較し、食品照射の長所および短所に関して事実の情報を市民に教育するような努力が、更に要求されている。

[総説]

## Current status of food irradiation in Korea

Joong-Ho Kwon, Ph.D.

*Professor, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea*

### Abstract

With respect to the safety of irradiated food, the Korean government has accepted in principle the recommendations of international organizations (FAO, WHO, IAEA, CAC, etc) as well as the national-based evaluations. Gamma radiation from Co-60 is now authorized to be used for food irradiation of 26 food items (or classes). Two multipurpose gamma-irradiation facilities (Greenpia Tech. Inc. since 1987; SOYA Co. Ltd. since 2002) are now operating for the treatments of selected food items as well as medical supplies. At present, labeled-irradiated products are not yet being marketed at the consumer level. As an alternative process of chemical fumigants, however, irradiation is being partially utilized for the microbial decontamination and pest control of dried spices, vegetable ingredients, etc. for their use in processed foods as minor ingredients. Commercial applications of food irradiation, though small in number, have been steady ever since. This article introduces the commercial progress in food irradiation technology in Korea in terms of research activities, legislation, commercialization, and the control of irradiated foods.

**Key words:** Food irradiation, research, commercialization, control, Korea

### Background

It is generally understood that the increasing demand for safer foods as well as convenient foods requires new technologies with potentials to solve or complement the limitations of existing methods for preserving and improving the quality and safety of food. In particular, foodborne diseases resulting from pathogens contaminated in food require a national plan against the problems in public health and consequent economic productivity. As one of the alternatives to conventional methods, food irradiation is approved for one or more items in more than fifty countries and has been attracting attention from the Korean food industry as a non-thermal cold process that can be used for controlling biological contaminations causing illness or of quarantine importance.

Korean regulations on irradiated foods had been established based on the 1983 Codex standards and were strengthened by WTO recognition in 1993.

The government initiative since then has led to an expansion of approvals for different kinds of irradiated food. Even though the amount of irradiated foods is small in comparison to the total volume of processed foods and limited amounts of irradiated products enter international commerce, its technical needs have been growing in the food industry.

New technologies, such as milk pasteurization 100 years ago and food irradiation now, are difficult to be introduced owing to consumers' acceptance of their safety, benefits, and limitations. Perceived public concerns delay their regulatory approval and commercial use. Consumers are originally conservative in their attitude to a new technology or product. Therefore, it takes time for them to understand how they will benefit from them.

Based on these circumstances, this article introduces the progress in food irradiation in Korea in terms of research, legislation, commercialization,



and control of irradiated food.

### Research Activities

The well-integrated research in the field of food irradiation was launched in the late 1960s when the sources of ionizing radiation became available. These early investigations provided the foundation for food irradiation in Korea. Under the national-coordinated and regional-cooperative research programs since 1980s, irradiation techniques have been applied to various foods for preserving and improving their quality and safety. Most of these researches have dealt with the efficacy and feasibility of irradiation processing over conventional methods, such as chemical treatment, refrigeration, etc. The last four decades of research and development have provided the knowledge and experiences necessary to proceed with its commercial utilization in Korea.

The major groups of food, foodstuffs and feedstuffs investigated included sprouting foods (potato, onion, garlic, chestnut, etc.), fruits (strawberry, peach, tomato, apple, pear, etc.), fresh & dried mushrooms, grains & legumes (rice, barley, soybeans, red bean, mung bean, corn starches, etc.), spices & mixed condiments (red & black pepper, onion, garlic, ginger, mixed condiments, etc.), fish & fishery products, poultry, meat & meat products, and fermented foods (*kimchi*, fermented soybean paste).

A brand-new Institute, Advanced Radiation Technology Institute (ARTI), was established in 2006 as a subsidiary body of KAERI in Jeong-eup city, Chonbuk Province, Korea, which includes various research facilities, such as three gamma irradiators, two electron beam accelerators, one ion beam facility, gamma fields, etc. In addition, ARTI-KAERI will play a role as 'International Training Center of Radiation Food Science and Biotechnology'.

As novel applications, irradiation was used as a processing technique not only to reduce salt contents in the final products of different fermented foods, but also to eliminate toxic or undesirable compounds in some food and foodstuffs. Irradiation

was found effective for reducing the allergenicity of food by modification of protein structures causing allergy reactions. Volatile nitrosamine could be reduced or eliminated by irradiation in a model study and the breakdown products resulting from irradiation were not recombined under human stomach conditions. The possible reduction of residual chlorophyll b through irradiation was also demonstrated in a model study, suggesting that irradiation can be applied to destroy chlorophyll b in tea extracts for the cosmetic uses. Even though irradiation technology has a great potential to reduce or eliminate toxic or undesirable compounds in food or foodstuffs, further research is required for identifying the breakdown products induced by irradiation and evaluating their safety prior to applications in the food industry.

Furthermore, the Korean-designed space Kimchi was developed for the first space travel in 2008 when Korea's first astronaut will board the Russian spaceship Soyuz. Kimchi is a Korean traditional fermented food containing cabbage, red pepper or other vegetables. The Korean scientists worked with researchers at the Institute of Biomedical Problems, a state facility in Russia that supports biomedical affairs of space flights, applied gamma-rays and electron beam to sterilize fully-fermented Kimchi and then froze it to a half-dried state and packaged it in a vacuum-sealed pouch. Under the circumstances of space food entirely consisting of western foods, the space Kimchi gave us a momentum for the development of space food using oriental foodstuffs which are mostly abundant in fiber that is needed for the normal digestive and intestinal functions of astronauts.

### Legislation

The Korean government authorized food irradiation, which was based on the domestic results of R & D, upon the recommendations of the 1980 joint FAO/IAEA/WHO Expert Committee on the Wholesomeness of Irradiated Food, and upon the adoption of Codex General Standard for Irradiated

Food by the Codex Alimentarius Commission in 1983. The Korea Food and Drug Administration (KFDA) is responsible for clearances and regulations of irradiated foods. The general standard and regulation for food irradiation were enforced in 1987, and amended in 1988, 1991, 1995, and 2004, authorizing gamma radiation from Co-60 source to be used for food irradiation of 26 items (group) now (Table 1).

Regulations prohibit re-irradiation of food under

any circumstances. The irradiated foods should be packaged before marketing using a proper container or appropriate materials. The regulations also require that prepackaged irradiated food be accompanied with a label of the international symbol (Logo, Fig. 1) for irradiated foods. Irradiation processors are required to keep adequate records on the process control of their facilities for two years. The labeling regulation of irradiated food is currently under consideration by the corresponding committee for

Table 1 Approvals of food irradiation in Korea

Class of food	Product (s)	Objective	Date	Technological recommended dose (kGy)
1	Potato	Sprout inhibition	28.09.87	0.15 (max)
	Onion		16.10.87	
	Garlic		14.12.91	
2	Mushrooms	Disinfestation	16.10.87	1.00 (max)
3	Chestnuts	Disinfestation	16.10.87	0.25 (max)
	Cereals or legumes and their powder as ingredients of food products	Disinfestation and microbial control	24.05.04	5.00 (max)
5				
6	Spices (dried)	Microbial control	13.09.88	10.00 (max)
7	Vegetable seasonings (dried)	Microbial control	19.05.95	7.00 (max)
	Dried vegetables		19.05.95	7.00 (max)
	Tea (included later)		24.05.04	10.00 (max)
	Dried food of animal origin (meat, fish, shellfish)		14.12.91	7.00 (max)
8	Egg powder	Microbial control	24.05.04	5.00 (max)
	Sterile meals (for 2 <sup>nd</sup> pasteurization)		19.05.95	10.00 (max)
	Sauces		24.05.04	7.00 (max)
	Enzyme preparations, aloe, ginseng and yeast powder			
	Soy sauce, soybean and red pepper paste, and other powdered products (Doenjang, Kochujang, Kanjang)		14.12.91	7.00 (max)
	Starch as ingredients of food products		14.12.91	5.00 (max)
	Algae food		24.05.04	7.00 (max)

Explanation for classes of foods: 1. Bulbs, roots and tubers; 2. Fresh fruits and vegetables (other than class 1); 3. Cereals and their milled products, nuts, oil seeds, pulsed, dried fruits; 4. Fish, seafood and their products (fresh or frozen); 5. Raw poultry, meat and their products (fresh and frozen); 6. Dry vegetables, spices, condiments, animal feed, dry herbal and herbal teas; 7. Dried food of animal origin; 8. Miscellaneous foods, including but not limited to: honey, space foods, hospital foods, military rations, liquid egg thickeners.



Fig. 1 International symbol of irradiated food (*radura*)

further revision.

### Commercialization

Two multipurpose gamma-irradiation facilities (Greenpia Tech. Inc. since 1987; SOYA Co. Ltd. since 2002) are currently operating for the treatments of selected food items as well as medical supplies. At present, labeled-irradiated products are not marketed at the consumer level, but irradiation is being partially utilized for the microbial decontamination of dried spices and vegetable ingredients, in which labeling is not required when they are used as minor ingredients in processing of foods. Commercial applications of food irradiation, though small in number (ca 3,000 tons/y), have been performing ever since.

Moreover, food industry tends to be reluctant to use this technology due to uncertainties associated with the consumer acceptance of treated foods. Unfortunately, there have been very few attempts to assess the consumer perception and attitudes toward irradiated food in Korea. The results of several survey revealed that more than half of the consumers were concerned about the safety of irradiated food and they wanted more information regarding food irradiation before deciding to purchase or not. This result was found to be mainly derived from their preconception toward the safety of nuclear technology. However, consumers preferred irradiated food to chemically-treated one. The results suggest that the education of consumers on the effects and benefits of irradiation compared to conventional technologies would have a great impact

on the consumers' attitude toward irradiated food. Different types of brochures on irradiated food, which were mostly prepared by the Korea Food and Drug Administration (KFDA), have been distributed to elementary, middle, and high schools, government institutes, and food industries to enhance the public's understanding of irradiated food since December 2004.

### Control of Irradiated Food

Food irradiation is becoming a reality worldwide. However, informative labeling is needed to enhance the consumers' understanding of irradiated food and to facilitate its international trade. In order to check compliance with existing regulations, detection of radiation treatment by analyzing the food itself is highly desirable. The efforts have been made in establishing the detection procedures for irradiated food in Korea, which are first based on physical methods by analyzing the characteristics of photo-stimulated luminescence (PSL) and thermoluminescence (TL) in irradiated foods. KFDA notified detection methods of PSL and TL for different irradiated foods, such as dried spices and its products, composite seasoning products, potatoes, garlic, mushroom(fresh & dried), and onions (April 12, 2007), which shall enter into force on January 1, 2010.

### Conclusion

It is true that the Korean government and most of the food industries recognize the benefits and advantages of food irradiation processing over existing methods. The most important tasks in food irradiation before anything else are to overcome the consumers' psychological resistance and the transportation matters for the products to be irradiated. Considering the ban of using chemical fumigants in food, irradiation processing is expected to be one of the alternative technologies to improve and preserve the quality and safety of foods. In this respect, further efforts are required to educate the public with factual information on the advantages and disadvantages of food irradiation over the conventional methods.