환경분석과 독성보건 제23권 (제2호) 112~117, 2020
Journal of Environmental Analysis, Health and Toxicology
DOI: https://doi.org/10.36278/jeaht.23.2.112

수입 가공식품의 방사능 오염도 조사

권혜정† · 이지연 · 이성남 · 정진아 · 최옥경 · 윤미혜
경기도 보건환경연구원 농수산물안전성검사소

Monitoring the Radioactive Contamination in Imported Processed Food items

Hye-Jung Kwon†, Ji-Yeon Lee, Sung-Nam Lee, Jin-A Jeong, Ok-Kyung Choi, and Mi-Hye Yoon
Agricultural and Fishery Products Safety Inspection Center, Gyeonggi Province Institute of Health and Environment, Suwon, Korea

Received March 6, 2020 / Revised April 9, 2020 / Accepted June 11, 2020

A total of 138 samples corresponding to 24 different types of imported processed food items, distributed between January and November 2019, were collected in order to test their radioactive contamination levels. The radioactivity of ^{131}I, ^{134}Cs, and ^{137}Cs was measured via gamma spectrometry using an HPGe detector. Radiation levels of ^{131}I and ^{134}Cs higher than the minimum detectable activity value were not detected in any of the samples. However, in 20 samples, radiation levels of ^{137}Cs, ranging between 0.86 and 79.28 Bq/kg, were detected. The food items tested included cashew nuts, hazelnuts, noni juice, Neungi mushroom, pine pollen, and aronia powder; the food items had been imported from India, Vietnam, Turkey, the United States of America, Russia, China, and Poland. Among these food items, the radiation level corresponding to ^{137}Cs in Neungi mushroom, imported from Russia, was the highest, with a concentration of 79.28 Bq/kg. In this study, the radiation concentrations of all the collected food items were below the maximum permitted level of 100 Bq/kg. In the future, it may be necessary to monitor various food items based on consumption trends in order to alleviate consumer anxiety regarding radioactivity in food.

Key words: radioactivity, ^{137}Cs, imported processed food items

1. 서 론

인간은 생활환경에서 다양한 기원과 경로를 통해 항상 방사선에 노출되어 있으며, 방사선을 방출하는 방사성 핵종은 자연 방사성 핵종과 인공 방사성 핵종으로 구분된다. 자연 방사성 핵종에는 대표적으로 우라늄(^{235}U)과 라돈(^{222}Rn), 칼륨(^{40}K) 등이 있으며, 특히 ^{40}K은 거의 모든 식품에 존재하고 인체 내에도 존재하고 있다.[1)] 인공 방사성 핵종에는 대표적으로 스트론튬(^{90}Sr), 플루토늄(^{238}Pu, ^{239}Pu, ^{240}Pu), 요오드(^{131}I), 세슘(^{134}Cs, ^{137}Cs) 등이 있다. 인공 방사성 핵종은 1950년대~1960년대의 대기 중 핵실험, 1986년 체르노빌 원자력발전 사고, 2011년 후쿠시마 원자력발전 사고 등에 의해 많은 핵종들이 전 지구적 낙진을 통해 환경으로 유입되었고, 이들 방사성 핵종은 동식물들의 섭식 및 생장활동으로 인해 동식물의 체내에 축적되어 인간의 음식물 섭취를 통해 인체에 유입되어 내부피폭에 기여할 수 있다.[2)] 이중 ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs은 원전 사고 시 발생하는 대표적인 핵종으로 ^{131}I는 반감기가 약 8일로 짧지만 인체에 노출될 경우 갑상샘에 축적되어 암을 유발할 수 있고, ^{134}Cs와 ^{137}Cs은 반감기가 각각 2.1년과 30년으로 내부피폭 시 대부분 피하지방이나 근육에 저장되어 DNA의 변화를 일으킬 수 있다.[3,4)]

후쿠시마 원자력 발전소 사고 이후 우리나라는 식품 중 세슘(^{134}Cs + ^{137}Cs)의 기준을 370 Bq/kg 이하에서 100 Bq/kg 이하로 강화하여 잠정 적용하다가 기준을

†To whom correspondence should be addressed.
Tel: 82-31-290-6682, Fax: 82-31-294-4602, E-mail: hyejungs@gg.go.kr

제·개정하여 영·유아용 식품, 유 및 유 가공품, 아이스크림류는 50 Bq/kg 이하, 그 외 기타식품 100 Bq/kg 이하로 관리하고 있다. 우리나라 방사성 세슘에 대한 기준은 국제 식품 규격 위원회(Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission)의 1,000 Bq/kg, 미국 1,200 Bq/kg 및 EU 1,250 Bq/kg과 비교하면 1/10 수준으로 매우 엄격한 수준이다. 뿐만 아니라 일본 수입 농수산물의 경우 후쿠시마현 등 일본 14개현에서 생산되는 27개 품목 농산물 및 후쿠시마 인근 8개현의 모든 수산물에 대해 수입을 잠정 중단하고 있으며, ^{134}Cs, ^{137}Cs이나 ^{131}I가 미량이라도 검출되면 다른 핵종에 대한 검사증명서를 추가로 제출하도록 요구하고 있다.[5)]

식품의약품안전처의 국내 유통식품 방사능 검사 현황[5)]에 따르면 2014년~2018년 동안 방사능 부적합 품목은 능이버섯(북한, 중국, 키르기스스탄), 차가버섯 가공품(러시아), 블루베리가공품(프랑스, 폴란드), 빌베리가공품(폴란드), 링곤베리 가공품(폴란드) 등 모두 수입제품이었다. 이처럼 수입제품에 대한 방사능 오염이 국내 제품보다 높은 실정이나 수입 시 방사능 검사는 의무화 대상이 아니다. 국내 유통되는 수입제품에 대한 연구 결과는 이 등[6)]과 이 등[7)]이 있으나 연구가 많지 않은 실정이며, 또한 소비 트렌드 변화에 따른 품목 다양화가 필요해 보인다. 따라서 본 연구에서는 수입제품 중 일부 검출 이력 품목에 대한 조사와 변화하는 소비 트렌드에 맞추어 건강증진효과로 인하여 최근 소비가 증가한 제품에 대해서도 방사능 오염 정도를 모니터링 하여 방사능에 대한 소비자 불안을 해소하고, 또한 식품 안전 정책의 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 연구에서는 2019년 1월부터 11월까지 경기도 내 대형 유통매장 및 인터넷 쇼핑몰에서 유통되는 땅콩 또는 견과류(가공품), 검출이력 품목인 계피, 노니, 능이버섯, 벌화분, 송홧가루, 아로니아 제품 등을 포함한 건강증진효과 제품 총 138건을 대상으로 선정하였다. 수거 목록 및 원산지는 Table 1에 나타내었다. 수거 품목으로는 땅콩 또는 견과류(가공품)인 도토리(n = 5), 땅콩(n = 7), 마카다미아(n = 5), 브라질넛(n = 5), 사차인치(n = 6), 아몬드(n = 8), 은행(n = 3), 케슈너트(n = 6), 피스타치오(n = 5), 피칸(n = 5), 개암(헤이즐넛, n = 5), 호두(n = 5) 등 12종 65건과 검출이력이 있는 품목 및 건강증진효과 제품인 계피(n = 6), 깔라만시(n = 5), 노니(n = 16), 능이버섯(n = 5), 대추야자(n = 5), 레몬밤(n = 5), 모링가(n = 5), 벌화분(n = 6), 석류(n = 5), 송홧가루(n = 5), 아로니아(n = 5), 카카오닙스(n = 5)등 12종 73건을 수거하였다. 원료를 단순 가공한 농산물뿐만 아니라 음료류, 과·채가공품, 기타가공품 등 가공식품을 포함하였다.

2.2. 시료의 전처리

본 연구에서는 신속한 방사능 분석을 위해서 시료 전처리는 식품공전 방사능 시험법 중 직접법에 따라 가루 형태나 액체 형태의 시료는 그대로 1 L 마리넬리 비커 (Marinelli beaker, 외경 142.3 mm, 높이 140 mm, 효성정공, Korea)에 충진하였고, 생 시료나 분쇄가 필요한 시료의 경우에는 식품분쇄기(Blixer 5 Plus, robot coupe, France)를 이용하여 분쇄 후 마리넬리 비커에 충진하였다.[8)] 건조버섯 등 그대로 섭취하지 않는 단순건조 버섯(능이버섯)의 경우에는 농촌진흥청 농식품종합정보시스템의 국가표준식품성분표의 수분함량을 고려하여 생물기준으로 환산·적용하였다.[9)] 건조된 버섯의 수분 측정은 자동수분 측정기(MA-100, Sartorius, Germany)를 이용하여 분쇄한 시료 약 3 g을 취하여 측정하였다.

2.3. 방사능 농도분석

감마선분광분석에 사용된 장비는 고순도 게르마늄 검출기(HPGe, ORTEC Advanced Measurement Technology Inc, Oak Ridge, TN, USA)로 상대 효율(relative efficiency)은 60%, 고압(high voltage) 2300 V일 때 에너지 분해능(Full Width Half Maximum, FWHM)은 ^{60}Co 1332.5 keV에서 1.95 keV 이하이다. 두께 10 cm 이상의 납 차폐체를 설치하여 주변으로부터 검출기로 입사하는 백그라운드 감마선을 차단하였다. 장비의 에너지 및 효율 교정에 사용한 표준선원은 한국표준과학연구원(Korea Research Institute of Standards and Science, KRISS)에서 제작한 ^{241}AM (아메리슘, 59.5 keV), ^{109}Cd (카드뮴, 88.0 keV), ^{57}Co (코발트, 122.1, 136.5 keV), ^{139}Ce (세륨, 165.9 keV), ^{51}Cr (크롬, 320.1 keV), ^{113}Sn (주석, 391.7 keV), ^{85}Sr (스트론튬, 514.0 keV), ^{137}Cs (세슘, 661.7 keV), ^{60}Co (코발트, 1173.2, 1332.5 keV), ^{88}Y (이트륨, 898.0, 1836.1 keV)을 포함한 혼합 표준선원을 사용하였고, 표준선원의 인증된 방사능 농도와 계측된 방사능 농도를 비교하여 산출된 효율곡선의 핵종별 불확도를 ±5%로 하였다. 식품공전 시험법[8)]에 따라 측정시간을 10,000초로 하여

Table 1. Country of origin of the collected food items

Classification	Name	No. of samples	Country of origin
Nuts	Acorn powder	5	China(5)
	Peanut	7	U.S.A.(3), China(3), Vietnam(1)
	Macadamia	5	Australia(4), Vietnam(1)
	Brazil nut	5	Bolivia(2), Peru(2), Brazil(1)
	Sacha inchi	6	Peru(4), Laos(1), Thailand(1)
	Almond	8	U.S.A.(8)
	Gingko nut	3	China(3)
	Cashew nut	6	India(3), Vietnam(2), Indonesia(1)
	Pistachio	5	U.S.A.(5)
	Pecan	5	U.S.A.(5)
	Hazelnut	5	Turkey(5)
	Walnut	5	U.S.A.(3), Chile(2)
Health promotion foods	Cinnamon powder	6	Vietnam(6)
	Kalamansi juice	5	Vietnam(4), U.S.A.(1)
	Noni juice/powder	16	Vietnam(6), U.S.A.(5), India(2), Thailand(1), Peru(1), China(1)
	Neungi mushroom	5	China(4), Russia(1)
	Dried date	5	Israel(1), Iran(1), United Arab Emirates(1), Tunisia(1), U.S.A.(1)
	Lemon balm powder	5	Poland(2), China(2), Germany(1)
	Drumstick-tree leaves powder	5	India(3), Indonesia(2)
	Bee pollen	6	Spain(4), U.S.A.(1), China(1)
	Pomegranate juice/powder	5	Poland(1), Iran(1), Turkey(1), Spain(1), China(1)
	Pine pollen	5	China(5)
	Aronia juice/powder	5	Poland(5)
	Cacao nibs	5	Peru(2), U.S.A.(1), Indonesia(1), Belgium(1)
Total		138	

^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{40}K의 농도를 측정하였다. 측정이 끝난 스펙트럼은 분석용 프로그램인 Gamma Vision 프로그램(AMETEK ORTEC, TN, USA)을 이용하여 분석하였다.

2.4. 최소검출가능농도(minimum detectable activity, MDA)

방사능 농도 분석에서 최소검출가능농도는 Currie에 의해 제안된 검출한계치를 바탕으로 결정되며, 계측의 통계적 부분만을 고려하여 방사능 존재 여부를 나타내는 개념이다.[10] 본 연구에서는 검출한계치 중 검출한계(detection limit, DL)에 효율, 시료량, 측정시간 등 방사능 농도에 영향을 주는 모든 인자가 들어가 있는 최소검출가능농도(minimum detectable activity, MDA) 값을 사용하여 방사능의 존재여부를 판단하였으며, MDA는 아래의 식에 의해 계산되었다.

$$MDA = \frac{2.71 + 4.65 \cdot \mu B}{\varepsilon \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{I}\gamma \cdot \mathrm{Ts}}$$

μ^{B}: 백그라운드 불확도

ε: 효율

m: 시료량

Iγ: 감마방출률

Ts: 시료측정시간

3. 결과 및 고찰

3.1. 땅콩 또는 견과류(가공품) 방사능 농도 분석

다소비 견과류(가공품) 총 12종(도토리, 땅콩, 마카다미아, 브라질넛, 사차인치, 아몬드, 은행, 케슈너트, 피

Table 2. Radioactivity concentration of ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs and ^{40}K in nut products

Name	No. of samples	MDA[a)] range(Bq/kg)			No. of ^{137}Cs detected(Origin)	Range(Bq/kg)	
		^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs		^{137}Cs	^{40}K
Acorn(*Quercus acutissima* Carruth.) powder	5	<0.06~<0.08	<0.04~<0.12	<0.09~<0.14	0	-	281~290
Peanut(*Arachis hypogaea* L.)	7	<0.06~<0.23	<0.03~<0.24	<0.06~<0.26	0	-	87~221
Macadamia(*Macadamia tetraphulla* L.)	5	<0.06~<0.28	<0.07~<0.27	<0.07~<0.36	0	-	77~311
Brazil nut(*Bertholletia excelsa*)	5	<0.07~<0.27	<0.08~<0.36	<0.09~<0.30	0	-	151~217
Sacha inchi(*Plukenetia volubilis*)	6	<0.06~<0.27	<0.05~<0.26	0.04~<0.23	0	-	139~177
Almond(*Prunus communis*(L.))	8	<0.13~<0.59	<0.16~<0.60	<0.16~<0.67	0	-	179~289
Ginkgo(*Ginkgo biloba* L.) nut	3	<0.03~<0.08	<0.04~<0.06	<0.04~<0.05	0	-	132~143
Cashew nut(*Anacardium occidentale* L.)	6	<0.07~<0.22	<0.07~<0.24	<0.08~<0.35	5(India, Vietnam)	0.86~1.93 ± 0.17[b)]	206~255
Pistachio(*Pistacia vera* L.)	5	<0.05~<0.26	<0.06~<0.24	<0.06~<0.24	0	-	143~299
Pecan(*Carya pecan*)	5	<0.06~<0.17	<0.06~<0.29	<0.07~<0.21	0	-	109~137
Hazelnut(*Corylus heterophylla* Fisch.)	5	<0.06~< 0.21	<0.06~<0.22	<0.08~<0.32	5(Turkey)	1.63~2.81 ± 0.18	187~229
Walnut(*Juglans regia* L.)	5	<0.05~<0.26	<0.03~<0.24	<0.09~<0.29	0	-	92~120
Total	65				10		

[a]MDA denoted minimum detectable activity
[b]Detection Ranges ± Measurement Uncertainty

스타치오, 피칸, 개암, 호두) 65건을 수거하여 ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs 및 ^{40}K 방사능 농도를 분석하였다(Table 2). 재료의 선정은 쉽게 구할 수 있으며 많이 소비되고 있는 제품을 위주로 하였으며, 다양한 원산지 제품이 포함되도록 하였다.

분석 결과 모든 시료에서 ^{131}I와 ^{134}Cs은 MDA값 이하로 전혀 검출되지 않았다. 그러나 ^{137}Cs은 케슈너트 5건에서 0.86~1.93 ± 0.17 Bq/kg, 개암 5건에서 1.63~2.81 ± 0.18 Bq/kg 검출되었다. ^{137}Cs이 검출된 품목의 원산지를 살펴보면 케슈너트는 인도산 3건 중 3건, 베트남산 2건 중 2건이 모두 검출되었고, 개암은 터키산 5건 중 5건이 모두 검출되었다. 이는 이 등[6)]의 연구결과 중 인도산 케슈너트에서 ^{137}Cs이 3.37 Bq/kg, 터키산 개암에서 ^{137}Cs이 16.92 Bq/kg 검출된 것보다 다소 낮은 수치였으나 원산지는 동일하였다. 케슈너트 중 ^{137}Cs이 검출되지 않은 원산지는 인도네시아로 Ezzulddin 등[11)]의 연구결과에서 유통 중인 케슈너트를 6시간 측정한 결과 ^{137}Cs이 극미량인 0.029 Bq/kg 검출된 것을 고려해 볼 때 본 연구에서도 인도네시아산 케슈너트는 MDA값 이하여서 검출되지 않은 것으로 판단된다. 개암은 ^{137}Cs이 검출된 5건 모두 터키산으로 터키는 개암의 전 세계 생산량의 75%를 차지한다. Marker의 연구결과[12)]에 따르면 체르노빌 사고 이후인 1987년 터키산 개암을 연구한 결과 체르노빌 사고에 의해 오염되었다는 보고에서 알 수 있듯이 이번에 분석한 개암의 검출된 이유도 체르노빌 사고에 의한 영향으로 보인다. 이 외에 자연 방사성 핵종인 ^{40}K는 77~311 Bq/kg 범위를 나타냈다. ^{40}K는 천연칼륨 중 하나로써 모든 생물체의 필수원소이기 때문에 모든 시료에서 검출되었다.

3.2. 건강증진효과 가공제품 방사능 농도 분석

건강증진효과로 소비가 증가한 가공제품 총 12종(계피가루, 깔라만시, 노니, 능이버섯, 대추야자, 레몬밤, 모링가잎, 벌화분, 석류, 송홧가루, 아로니아, 카카오닙스) 73건을 수거하여 ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs 및 ^{40}K 방사능 농도를 분석하였다(Table 3).

분석 결과 모든 시료에서 ^{131}I와 ^{134}Cs은 MDA값 이상에서 전혀 검출되지 않았으나, 총 10건에서 ^{137}Cs

Table 3. Radioactivity concentration of ^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs and ^{40}K in health promotion food items

Name	No. of samples	MDA[a)] range(Bq/kg)			No. of ^{137}Cs detected(Origin)	Range(Bq/kg)	
		^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs		^{137}Cs	^{40}K
Cinnamon(*Cinamomum cassia* (L.)) powder	6	<0.09~<0.11	<0.09~< 0.12	<0.11~<0.15	0	-	168~514
Kalamansi(*Citrus microcarpa* Bunge) juice	5	<0.04~<0.12	<0.04~<0.17	<0.05~<0.41	0	-	36~53
Noni(*Morinda citrifolia*) juice/powder	16	<0.03~<0.19	<0.04~<0.81	<0.04~<0.16	2(U.S.A.)	1.52 ± 0.13/ 1.87 ± 0.12[b)]	50~658
Neungi mushroom-fresh(*Sarcodon asparatus*)	5	<0.06~<0.54	<0.05~<0.51	<0.05~<0.70	5(Russia, China)	2.40~79.28 ± 1.43	84~221
Dried date(*Phoenix dactylifera* L.)	5	<0.04~<0.23	<0.04~<0.16	<0.04~<0.21	0	-	153~199
Lemon balm(*Melissa officinalis* L.) powder	5	<0.08~<0.15	<0.05~<0.13	<0.09~<0.20	0	-	98~768
Drumstick-tree(*Moringa oleifera* Lam.) leaves powder	5	<0.08~<0.14	<0.09~<0.17	<0.11~<0.16	0	-	316~562
Bee pollen	6	<0.05~<0.06	<0.05~<0.10	<0.06~<0.10	0	-	152~233
Pomegranate(*Punica granatum* L.) juice/powder	5	<0.03~<0.08	<0.02~<0.07	<0.03~<0.09	0	-	81~183
Pine(*Pinus densiflora* Sieb & Zucc.) pollen(	5	<0.13~<0.20	<0.12~<0.15	<0.15~<0.25	2(China)	2.24 ± 0.34/ 2.78 ± 0.30	359~439
Aronia(*Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott) juice/powder	5	<0.03~<0.10	<0.04~<0.09	<0.05~<0.12	1(Poland)	1.14 ± 0.13	94~386
Cacao(*Theobroma cacao* L.) nibs	5	<0.05~<0.27	0.04~<0.28	<0.05~<0.26	0	-	221~329
Total	73				10		

[a] MDA denoted minimum detectable activity
[b] Detected Values ± Measurement Uncertainty

이 검출되었다. 검출된 품목은 노니주스 2건(각각 1.52 ± 0.13, 1.87 ± 0.12 Bq/kg), 능이버섯 5건(2.40~79.28 ± 1.43 Bq/kg), 송홧가루 2건(2.24 ± 0.34, 2.78 ± 0.30 Bq/kg), 아로니아 분말 1건(1.14 ± 0.13 Bq/kg)이었다. ^{137}Cs이 검출된 품목의 원산지는 미국, 중국, 러시아, 폴란드이며 핵실험 국가 및 원전 사고 인근국가이다. 이와 같이 방사성 세슘(Cs)이 검출되는 원인은 대기 중의 인공 방사성물질이 장기간에 걸쳐 지구의 대기 순환과 강우로 인해 지표면에 낙하하여 토양과 해수에 침착되고, 오염된 토양에서 생장하는 농작물이 뿌리를 통해 인공 방사성 핵종을 흡수하여 오염되기 때문이다.[13)] 특히 ^{137}Cs은 반감기가 30년이고 토양 중에서 이동속도도 매우 느려 경작지에 침적되면 장기간 작토층에 잔류하면서 재배작물의 뿌리 흡수과정을 거쳐 인체에까지 도달하게 된다.[14)] 그 중에서도 버섯은 토양이나 나무로부터 균사체(mycelium)에 의해 흡수되는 각종 금속 성분과 방사성 동위원소를 자실체(fruiting bodies)에 생물농축(bioconcentration)하는 특성이 있는데[15-17)] 이는 버섯뿌리에 존재하는 칼륨 전달체(K^+ transporter)가 주변 토양에 칼륨(K)이 낮은 경우 ^{137}Cs을 칼륨(K)으로 착각하고 통과시켜 농축이 된다고 알려져 있다.[17)] 이러한 이유로 이번 연구 결과 러시아산 능이버섯에서 ^{137}Cs이 가장 높은 농도인 79.28 ± 4.39 Bq/kg 검출되었다. 이는 식품의약품안전처의 국내 유통식품 방사능 검사 현황[5)] 중 능이버섯에서 국내기준을 초과하는 ^{137}Cs이 검출되었고, 미량 검출도 빈번하게 발생하는 것과 같은 이유로 추정된다.

식품의 방사능 오염과 관련해서는 일본뿐 아니라 국내와 주변국에 운영 중인 수많은 원전과 북한의 핵실험 등 잠재된 위험성이 크기 때문에 일본산 식품과 과거 체르노빌 원전 사고 주변국가, 그리고 핵실험 국가의 수입식품에 대한 지속적인 방사능 오염물질 모니터링과 관리로 만약의 사태에 대비하여야 할 것이다.[18)]

4. 결 론

경기도 내 대형 유통매장 및 인터넷에서 유통되고 있는 땅콩 또는 견과류(가공품), 일부 검출이력 품목 및 소비가 증가한 건강증진효과 제품 총 138건을 대상으로 방사능 안전성 조사를 위해 방사성 핵종(^{131}I, ^{134}Cs, ^{137}Cs) 농도분석을 수행한 결과는 다음과 같다.

1. 땅콩 또는 견과류(가공품) 총 12품목 65건 검사 결과, 10건에서 ^{137}Cs이 0.86~2.81 ± 0.18 Bq/kg 검출되었다. 품목은 케슈너트와 개암으로 원산지는 인도, 베트남, 터키산이었다.

2. 일부 검출 이력 품목 및 건강증진효과 제품 총 12품목 73건 검사 결과, 10건에서 ^{137}Cs이 1.14~79.28 ± 0.82 Bq/kg 검출되었다. 품목은 노니주스, 능이버섯, 송홧가루, 아로니아 분말이며, 원산지는 미국, 중국, 러시아, 폴란드산이었다.

3. ^{137}Cs은 일부 품목에 한해서 핵실험(인접)국과 원전 사고 발생 인접국에서 검출되었으며, 국내 기준 100 Bq/kg을 초과하는 제품은 1건도 없었다.

4. 식품 방사능에 대한 소비자의 불안은 여전하므로 불안감 해소를 위해 검출이력이 많은 수입제품과 변화하는 소비트렌드에 따라 품목을 다양화하여 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. UNSCEAR,“Ionizing radiations: Sources and biological effects”, **1982**, The United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly, with annexes, New York.
2. 채정석, 변종인, 윤석원, 최희열, 박창수, 이동명, 윤주용, “국내 식품 중 40K와 137Cs의 방사능농도와 식품섭취에 의한 내부피폭선량 연구”, *대한방사선방어학회지*, **2010**, 4, 236-237.
3. V. Valkovic,“Radioactivity in the Environment”, *Elsever,* **2000,** 468-474, Netherlands.
4. WHO,“Health Risk Assessment from the Nuclear Accident after the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami, based on a Preliminary Dose Estimation”, **2013**, 17-24, Japan.
5. Ministry of Food and Drug Safety(MFDS), http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=975, March 2020.
6. 이완로, 이행필, 정근호, 김희령, 조영현, 최근식, 이창우, 정형욱, 이은주, 소유섭, 이종옥, “수입 식품중의 방사능 오염실태 조사”, *대한방사선방어학회지*, **2006**, 31(3), 141-148.
7. S. H. Lee, J. S. Oh, K. B. Lee, J. M. Lee, S. H. Hwang, M. K. Lee, E. H. Kwon, C. S. Kim, I. H. Choi, I. Y. Yeo, J. Y. Yoon, and J. M. Im, “ Evaluation of abundance of artificial radionuclides in food products in South Korea and sources”, *Journal of Environmental Radioactivity,* **2018** 184-185, 46-52.
8. Ministry of Food and Drug Safety(MFDS),“Food Code”, **2019**, Osong, Korea.
9. Rural Development Administration,“Food and Rural Comprehensive Information System”, http://korean-food.rda.go.kr/kfi /fct/fctFoodSrch/list, March 2020.
10. L. A Currie,“Limits for qualitative detection and quantitative determination”, *Analytical Chemistry*, **1968**, 40, 586-593.
11. S. K. Ezzulddin, A. H. Ahmed, A. I. Samad, and S. Q. Othman, “Radioactivity measurement of nuts and seeds availble in Eribil city markets”, *AIP Conference Proceedings*, **2017**, 1888, https://doi.org/10.1063/1.5004299, March 2020.
12. M. Zehringer, “Radioactivity in food: Experiences of the food control authority of Basel-city since the Chernobyl Accident”, IntechOpen, **2016**, 131-160, http://dx.doi.org/10.5772/62640, March 2020.
13. ICRP, “Radionuclide release into the environment: Assessment of doses to man”, **1978**, ICRP(International Commission on Radiological Protection) Publication 29, 2-10, Pergamon Press, Oxford, UK.
14. 최용호, 임광묵, 이명호, 최근식, 정규회, “한국의 논과 밭에서 137Cs의 토양-작물체 전이계수”, *한국환경농학회지*, **1999**, 8(2), 164-168.
15. F. N. Marzano, P. G. Barcchi, and P. Pizzetti, “Radioactive and conventional pollutants accumulated by edible mushrooms(Boletus sp.) are useful indicators of species origin”, *Environmental Research,* **2001**, 85, 260-264.
16. P. Kalac, “A review of edible mushrooms radioactivity”, *Food Chemistry,* **2000**, 75, 29-35.
17. Y. G. Zhu and E. Smolders, “Plant uptake of radiocaesium: a review of mechanisms, regulation and application”, *Journal of Experimental Botany,* **2000**, 51, 1635-1645.
18. 윤은선, 김애경, 이정숙, 신재민, 최수정, 원선정, 김여숙, 오영희, 정권,“유통식품의 방사성물질 오염 실태 조사”, 서울특별시 보건환경연구원보**, 2017**, 53, 26-34