

동유럽 국가산 수입 유가공품의 방사능 잔류조사

이명현*, 조미란, 김연희, 손성완, 김상근¹

농림부 국립수의과학검역원, ¹충남대학교 수의과대학

(게재승인: 2003년 8월 16일)

Monitoring of the Radioactive Contaminants in Dairy Products Imported from the East European Countries

Myoung-heon Lee*, Mi-ran Cho, Yeon-hee Kim,

Seong-wan Son and Sang-keum Kim¹

National Veterinary Research & Quarantine Service, Anyang 430-824, Korea

¹College of Veterinary Medicine, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

(Accepted: August 16, 2003)

Abstract: The present studies were conducted to monitor radioactive contamination in dairy products imported from 16 countries located in the East Europe which were affected by the Chernobyl nuclear accident. The 556 samples such as butter, cheese, ice cream, whey protein and hydrolysed milk protein products were collected randomly and determined from 1999 to 2002. All sample were below the Koeran and CODEX maximum tolerance level of radioactivity for ¹³¹I, ¹³⁴Cs and ¹³⁷Cs.

Key words: monitoring, radioactivity, dairy products, East Europe

서 론

1987년 우크라이나 공화국의 수도 키예프 북방 90km 지점에 위치한 체르노빌 원전단지에서 발생한 핵 누출 사고로 인하여 약 1만 5천여명이 방사능피폭 증후군으로 사망하였을 뿐 아니라, 현재까지도 약 400만명의 주민들이 방사능 피해권역에 노출되어 있는 것으로 알려져 있다 [4, 9, 14]. 체르노빌 원전사고로 인하여 대기 중에 방출된 방사성물질의 미세입자는 방사능구름을 형성하여 기류를 타고 이동함으로써, 인접국가인 스웨덴, 네델란드, 덴마크 등 북지중해 및 중부유럽 일대까지 확산되었으며 방사능구름 통과시 강우가 있었던 프랑스, 독일 등은 오염정도가 더욱 심각한 것으로 보고되었다 [4, 13, 16].

체르노빌사고와 같이 부주의 또는 시설노후로 인하여 원전으로부터 인공방사능물질이 자연환경에 노출되면 목초, 작물 등 먹이연쇄의 저변이 오염되고 사료작물을 통하여 영양을 공급받는 가축도 방사능에 피폭되어 궁극적으로 축산식품의 안전성을 위협할 수 있는 요인으로 작용하게 된다 [1, 2, 10, 16]. 더구나 체르노빌 원전사고의 영향권에 포함된 국가 대부분이 해양성기후로 초지 조성이 용이하고 축산여건이 양호하여 축산·낙농업을 주력산업으로 육성하고 있으며 축산물 가공식품의 수출이 활성화되어 있다. 최근 우리나라도 축산식품의 소비량이 꾸준히 증가하는 등 식생활 습관이 서구적으로 변화하고 있으며 개별품목에 따라서는 수입식품을 선호하는 성향이 뚜렷해지면서 방사능오염 국가에서 생산되는 축산식품이 수입되어 소비될 수 있

* Corresponding author: Myoung-heon Lee
National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-824, Korea.
Tel: +82-31-467-1984, Fax: +82-31-467-1897, E-mail: leemh@nvrqs.go.kr

는 개연성이 많은 것으로 보여진다. 이에 따라 우리나라에서는 식품의약품안전청 주관으로 1988년부터 방사능 오염국가로 평가된 독일, 프랑스 등 동유럽 16개국에서 수입되는 천연향신료, 유가공품 등 6개 품목에 대하여 방사능 잔류검사를 실시하고 있으며, 1998년 단행된 정부의 축산물가공품 관리업무 일원화 조치에 따라 1999년 이후부터는 유가공품 등 축산식품에 한하여 국립수의과학검역원에서 동 검사를 실시해오고 있다.

따라서 체르노빌 원전사고로 인하여 방사능 오염지역으로 알려진 동유럽국가산 수입 유가공품 중 방사능 오염여부를 검사하고 식품으로서의 안전성을 확인하여 불량 수입식품의 국내 유통을 미연에 방지하고자 그간 실시한 잔류조사 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

공시재료

공시시료

1999년부터 2002년까지 4년간 체르노빌 원전사고와 관련하여 방사능 오염권에 위치한 동유럽 16개국(영국, 프랑스, 핀란드, 독일, 네덜란드, 스웨덴, 러시아, 폴란드, 체코, 터키, 덴마크, 헝가리, 루마니아, 유고, 불가리아, 노르웨이)으로부터 국내로 수입되어 검역과정에 있는 유가공품의 5% 범위 내에서 무작위표본추출법으로 채취하여 공시하였다.

혼합감마선원 표준인증물질

감마선 에너지 및 방사능 측정을 위한 검출기 교정은 한국표준과학연구원에서 제조하여 인증한 혼합감마선원 표준인증물질(Marinelli beaker type, KRISS)을 사용하였다.

분석기기

시료 중 방사능 핵종 확인 및 정량분석은 다중과교 분석기(Multichannel analyzer, Oxford Co.)와 고순도 게르마늄 검출기(Coaxial germanium detector, Oxford Co.)를 활용하였다.

시료전처리

시료의 물리화학적 성질에 따라 치즈, 버터 등 고체상제품은 균질하게 세절하였으며, 아이스크림은 액체상태로 녹인 후 압축함으로써 부피를 최소화하여 분석효율을 극대화하였다.

정성 및 정량 분석

수입 유가공품 중 방사능 분석은 식품공전 [3]에서

규정하고 있는 방사능 잠정허용기준 시험법을 준용하여 실시하였다. 즉 혼합감마선원 표준인증물질을 이용하여 해당선원의 에너지 피크를 구하고, 측정에너지 범위가 0~2 MeV가 되도록 증폭기를 조정한 다음 각 채널에 대응하는 에너지를 표준선원으로 교정하였다. 별도로 시료 중 방사능을 측정하여 γ -스펙트럼을 얻은 후 피크에너지에 대응하는 동위원소를 동위원소표와 대조하여 핵종을 분석하고 에너지세기를 측정하여 정량하였다.

결 과

1999년부터 2002년까지 최근 4년간 러시아, 핀란드 등 동유럽국가산 유가공품의 총 수입건수 대비 약 5% 범위에서 품목유형, 수입국가를 고려하여 매년 무작위로 시료를 선정하였다. 공시시료를 “축산물가공기준 및 성분규격”에서 정하고 있는 품목유형별로 구분해 보면 혼합분유, 전지분유, 유청분말, 유단백 가수분해물 및 유당을 포함하는 분말유제품이 가장 많았으며, 수입국가별로는 낙농선진국으로 알려진 덴마크와 네덜란드산 유가공품 비율이 비교적 높았다(Table 1).

Table 1. Imported commodities for determination of radionuclides

Country	Commodity					Total
	Butter	Cheese	Ice cream	Powdered milk product	Others	
Czech	-	-	-	2	-	2
Denmark	18	84	-	36	-	138
England	-	-	9	3	-	12
Finland	-	-	-	12	-	12
France	3	48	24	52	1	128
Germany	-	9	2	21	1	33
Netherlands	12	38	1	133	2	186
Poland	-	-	-	12	-	12
Russia	-	-	-	2	-	2
Sweden	-	-	-	6	-	6
Turkey	-	-	2	3	-	5
Others	5	2	3	10	-	20
Totals	38	181	41	292	4	556

동유럽국가산 유가공품의 방사능 핵종분석 및 정량분석을 위하여 혼합감마선원 표준인증물질을 다중과교 분석기와 고순도 게르마늄검출기로 분석하여 얻어진 감마선 스펙트럼은 Fig. 1과 같다. 아울러 이를 대조로 시료 중 ^{131}I , ^{134}Cs 및 ^{137}Cs 등 지배핵종을 정성적으로

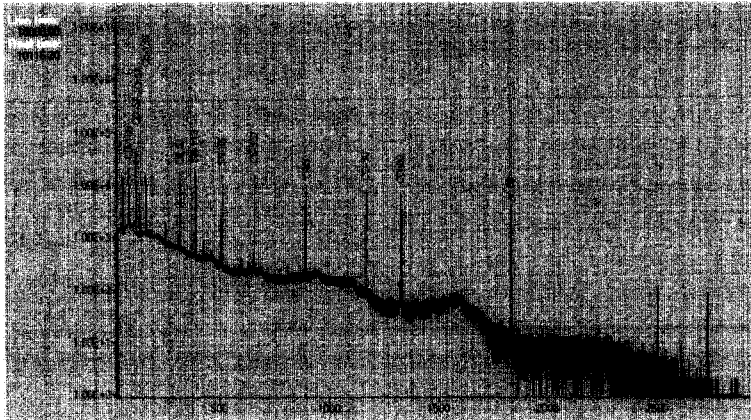


Fig. 1. γ -spectrum of the certificated mixed reference materials.

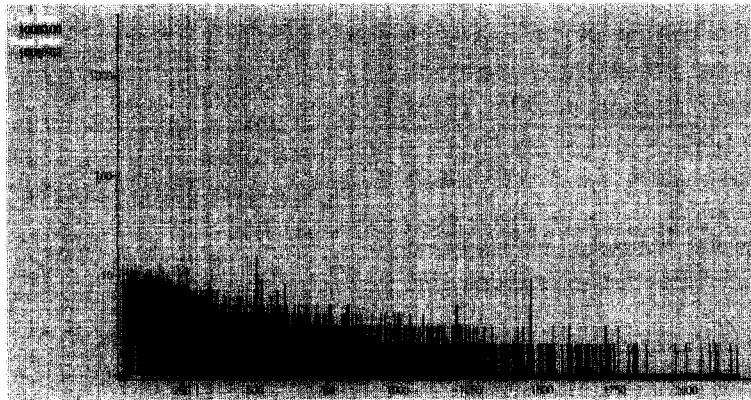


Fig. 2. γ -spectrum of the dairy products imported from east european countries.

분석하고 검출된 핵종에 대해서는 그 에너지 세기를 측정하여 방사능 잔류량을 정량한 결과 조사대상 총 556 시료 중 일부에서 ^{137}Cs 가 검출되었으나, 그 양은 매우 미미한 수준으로 국제식품규격위원회(CODEX)와 우리나라의 식품 중 방사능 잠정허용기준 이하로 나타났다 (Fig. 2 및 Table 2).

고 찰

방사능(Radioactivity)이란 방사능 핵종이 자연적이고 자발적인 과정을 통하여 화학적으로 불안정한 상태에서 안정한 기저상태로 전이하기 위하여 입자 또는 전자와 형태의 에너지를 방출하는 성질을 말한다 [6, 7]. 일반적으로 사람은 인지하지 못하는 가운데에도 지구구성 방사능물질(우리집, 토륨 및 그 붕괴생성물), 우주선(Cosmic ray)과 같은 자연방사선원에 노출되거나 방사선치료, 핵실험에 의한 낙진, 원전으로부터 누출되는 방사능 등 인공방사선원에 피폭되기도 한다 [2, 8]. 대체로 자연방사능은 미미한 수준으로 인체에 미치는 영향을 무시할 수 있으나, 원전설비의 노후화, 화재, 안전관리상 실수 등으로 인하여 인공방사능물질이 누출될 경우에는 대기, 수계, 토양 등 자연환경은 물론 인류를 포함한 생태계를 일시에 황폐화시킬 수 있는 잠재적 위험성을 내포하고 있다 [2, 6]. 실제로 1957년 영국의 Windscale

Table 2. Various radionuclide activity in imported dairy products from the East European countries from 1999 to 2002

Year	No. of sample	No. of detection			Detection level (Bq/kg)
		^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	
1999	99	-	-	7	<7
2000	157	-	-	-	ND
2001	152	-	-	-	ND
2002	148	-	-	4	<5

ND: Not detected.

원전사고를 필두로 현재까지 크고 작은 핵사고가 약 10여 건에 이르고 있으며 이로 인하여 인명손실, 환경오염, 경기침체 등 실로 막대한 피해가 보고되고 있다 [1, 5, 9, 14].

원전사고나 핵실험 등 인위적인 행위에 의하여 누출되는 방사능물질은 주로 제논(Xe), 크립톤(Kr), 요오드(I), 세슘(Cs) 등이며 이중 불활성기체인 제논과 크립톤은 쉽게 제거되는 반면 요오드나 세슘은 동·식물에 축적(Bioaccumulation)되어 생태계 전반을 위협할 수 있으므로 공중보건학적 위해성이 매우 높은 지배핵종으로 분류되고 있다. 체르노빌 원전사고로 인하여 누출된 방사능물질의 거동을 분석한 결과 핵연료 분진과 같이 입자가 큰 물질은 대부분 발생지점으로부터 약 100km 이내에 침적되었으나 그 크기가 작은 입자들은 방사능구름을 형성하여 스칸디나비아반도, 북지중해 주변국에까지 도달한 것으로 보고되었다 [10, 11]. 과거 핵 누출사고를 경험한 러시아 우랄지방의 우유 중 세슘의 검출수준(0.5~387 Bq/kg)이 근육(0.6~16 Bq/kg)에 비하여 월등히 높게 조사된 연구결과 [15]를 볼 때 요오드나 세슘은 목초지에 침착한 후 사료의 형태로 동물 체내에 유입 될 경우에 근육이나 내부장기에 잔류하기보다는 주로 우유나 분변을 통하여 빠르게 배출되므로 우유 및 유가공품을 오염시킬 수 있는 개연성이 매우 큰 것으로 판단된다 [4, 16].

일반적으로 인체가 방사선에 피폭되는 경로는 크게 외부피폭과 내부피폭으로 구분되어지는데 외부피폭은 방사선원이 인체 외부에 존재하면서 오염된 공기나 자연환경을 통하여 노출되는 형태이다 [1, 2, 4]. 반면에 호흡이나 오염된 식품 섭취로 인하여 방사능물질이 인체내에 유입되어 피폭되는 유형을 내부피폭이라 하며 방사능핵종이 붕괴하여 소실될 때까지 체내에 잔존하면서 지속적으로 노출될 수 있으므로 상대적으로 매우 위험하다 [11, 16, 17]. 이에 따라 국제식품규격위원회(CODEX)에서는 체르노빌 원전사고의 후속조치로 식품중에 잔류할 수 있는 주요 방사능 핵종(^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs)의 총량을 1,000 Bq/kg 이하로 규정하였으며 [8], 우리나라도 유 및 유가공품 중 ^{131}I (150 Bq/kg 이하) ^{134}Cs , + ^{137}Cs (370 Bq/kg 이하)에 대하여 비교적 엄격한 허용기준을 운용하고 있다 [3]. 본 연구에서는 체르노빌 원전사고의 영향으로 방사능 오염 가능성이 예측되는 동유럽국가산 수입 유가공품 중 식품위생상 문제가 되는 3개 방사능 핵종의 잔류조사를 실시한 결과 모든 시료가 잔류허용기준 이하로 분석되었다.

결 론

불량 수입식품의 국내유통을 미연에 방지하고 축산물의 안전성을 확보하여 국민보건 향상에 기여하고자 체르노빌 원전사고 이후 방사능 오염국으로 평가된 덴마크, 네델란드 등 동유럽국가산 수입 유가공품 556건에 대하여 방사능 잔류수준을 조사하였다. 공중위생학적으로 위해성이 인정되는 ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs 3종의 방사능물질 잔류수준을 조사한 결과 모든 시료가 CODEX 및 우리나라 식품 중 방사능 잠정 잔류허용기준 이하로 식품위생상 안전한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 고대하, 노재훈, 문재동, 백도명, 범희승, 서운팔, 송동빈, 신부안, 염용태, 이종명, 정호근, 조수현, 최인선, 최종명. 원자력발전과 방사능. 환경과 건강. 유일출판사. 서울. 1997, 59-71.
2. 김지열. 환경방사능측정의 의의와 방법. 대한핵의학회 추계학술대회 프로시딩. 서울. 1997, 465-468.
3. 식품의약품안전청. 식품공전. 문영사. 서울. 2000, 115-117.
4. 이재기. 체르노빌 그 후 10년, 방사선 및 인체에의 영향. 한양대학교부설 방사선 종합연구소. 한양대학교 출판부. 서울. 1995, 26-53.
5. 이재기. 방사선사고와 교훈. 대한방사선방어학회 추계학술발표회 프로시딩. 1999, 3-21.
6. 원자력문화재단. 원자력백과사전. 정인사. 서울. 1999, 2-15.
7. 한국방사성동위원소협회. 동위원소와의 만남. 과학출판사. 서울. 1986, 6-12.
8. Edmond, B. Committe on residues and related topic, Radioactivity, General referee report. J. AOAC. Int. 2001, 84(1), 236-237.
9. Frederick, J. B. Chernobyl retrospective. Seminars in Nuclear Medicine. 1988, 16-24.
10. French Nuclear Society. Nuclear accidents and the future of energy, lessons learned form Chernobyl. Proceedings of the international conference. 1991, 15-16.
11. Hewson, G. S. Occupational radiological aspects of the downstream processing of mineral sands. Radiat. Protec. Dosim. 1993, 11(2), 60-66.
12. Kritidis, P. and Florou, H. The dispersion of ^{137}Cs in the Aegen sea. Radiochimica Acta. 1994, 67, 415-417.
13. Kritidis, P. and Florou, H. Radiological impact in

- Greece of the Chernobyl accident. Health. Physics. 2001, **80(5)**, 440-446.
14. **Nenot, J. C.** Overview of the radiological accidents in the world. Int. J. Radioat. Biol. 1989, **57**, 1073-1085.
 15. **Shutov, V. N., Travnikova, I. G., Bruk, G. Y.** Current contamination by ^{137}Cs and ^{90}Sr of the inhabited part of the Techa river basin in the Urals. J. Environ. Radioactivity. 2002, **61**, 91-109.
 16. **Toshihiro, T., Hitoshi, S., Jun, T., Satoru, E., Masharu, H., Vagif, F. S., Irina, I. V., Wafa, A. F. X., Vladimir, B. M., Andrey, I. K., Isao, Y. and Syunzo, O.** Relationship between the ^{137}Cs whole body counting results & soil, food contamination in farms near Chernobyl. Health Physics. 2000, **78(1)**, 86-89.
 17. **Yuri, M. S.** Ten years of the Chornobyl era. Scientific American. 1996, **274(4)**, 32-37.