

기타 농산가공품류의 납, 카드뮴 및 나트륨 모니터링

식품안전성팀

정보경 · 김애경 · 김성단 · 최수정 · 이윤정
최희진 · 정지현 · 김연천 · 오영희 · 정 권

Monitoring of Sodium, Lead and Cadmium Contents in Processed Agricultural Products

Food Safety Team

**Bo-kyung Jung, Ae-kyung Kim, Su-jeong Choi, Yun-jeong YI,
Hee-jin Choi, Yeon-cheon Kim, Young-hee Oh and Kweon Jung**

Abstract

Sodium, lead and cadmium contents in samples of processed agricultural products were evaluated by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry(ICP-OES) after dry ashing procedure. This study was examined for 44 Cereal processed products(cereal flours), 5 Soybean processed products(bean flours), 4 Starch processed products(sweet potato flours), and 14 Other processed products(bread crumbs). There was a wide variation in sodium contents with the highest level in a Other processed products(bread crumbs) sample of 1,144.3 mg per 100 g. On the other hand, the maximum level of lead and cadmium contents was found to be 0.083 and 0.014 mg/kg, much less than the standard(less than 0.2 mg/kg) demanded for the registration of a very similar product as wheat flour. This data will provide useful information to make a regulatory plan on these products.

Key words : plasma_optical, emission

서 론

우리나라에서는 전통적으로 국, 찌개, 김치, 장아찌, 젓갈 등의 반찬 문화가 발달되어 있어 대체

적으로 우리는 짠맛에 익숙해져 있다. 더구나 최근에는 시판가공 식품, 외식, 패스트푸드, 반 조리 식품 등의 섭취 증가로 개인적으로 통제가 어려운 나트륨 섭취가 점차 증가하고 있다. 나트륨의 과

인 섭취는 뇌혈관 및 심혈관 질환과 관련이 있고, 위암 및 골다공증의 발생위험을 증가시키므로(1, 2) 나트륨 섭취를 제한하면 관련 질환의 유병율과 사망률이 크게 감소하는 것으로 보고되었다(3). 나트륨은 건강과 밀접한 관련이 있으므로, 나트륨 함량 섭취를 줄이도록 유도하는 정책과 제품에 함량을 표기하도록 노력하고 있다. 반찬 및 음식점 메뉴 등에 대한 나트륨 함량 조사는 많이 이루어지고 있으나, 반찬 등 원재료 및 부재료 쓰이고 있는 기타 농산가공품류의 나트륨 함량 조사는 부족한 실정이다. 이 가공식품류는 수시로 일반 가정이나 음식점 등에서 이용된다. 예로서 튀김가루, 부침가루, 빵가루, 컵케익, 콩가루, 전분가루 등이 이 부류에 속한다. 식품공전(4)에서 농산가공품류는 농산물을 주원료로 하여 가공한 전분류, 밀가루류, 땅콩 또는 견과류가공품류, 시리얼류, 찌쌀, 효소식품 등으로 구분하고, 그 외 기타 농산가공품류를 설정하여 곡류가공품, 두류가공품, 서류가공품, 과·채가공품 그리고 기타농산가공품을 포함시키고 있다. 유통 중인 기타 농산가공품류에는 나트륨 함량이 표시되어 있지 않은 제품이 있고, 또한 유해물질인 납, 카드뮴에 대한 규격 기준이 설정되어 있지도 않다. 본 연구는 2018년 현재 시중에 유통되고 있는 기타 농산가공품류의 나트륨 및 납, 카드뮴 함량을 측정하여, 그 수준을 평가하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료

서울소재 대형마트에서 유통되는 기타농산가공품 중 곡류가공품인 부침가루, 튀김가루 44건, 기타가공품인 빵가루 14건, 두류가공품인 콩가루 5건, 전분가공품인 고구마가루 4건을 2018년 2~10월에 구입하여 분석하였다.

2. 시약 및 표준품

본 연구에서 사용한 표준용액 및 시험용액의 조제, 그리고 시료전처리에는 유해중금속측정용 60% 질산(Wako, Japan)을 사용하였으며, 실험

용 증류수는 초순수제조기(PURELAB, ELGA, UK)를 통과한 저항값이 18.2MΩ 이상 초순수를 사용하였다.

나트륨 분석을 위한 표준원액은 Merck KGaA (ICP multi-element standard VI, 1,000 mg/kg, Germany)에서 구입하여 사용하였다. 표준원액을 0.5N 질산용액으로 희석하여 10, 50, 100, 200, 300 mg/kg 농도가 되도록 희석하여 검량선을 작성 후 표준용액으로 사용하였다. 또한 납, 카드뮴 분석을 위한 표준원액은 Merck KGaA(ICP multi-element standard VI, 1,000 mg/kg, Germany)를 사용하였으며, 검량선을 작성하기 위하여 표준원액을 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1 mg/kg 농도가 되도록 희석하여 사용하였다.

3. 전처리 및 기기분석

나트륨, 납 및 카드뮴 분석을 위한 시료의 전처리는 식품공전의 미량영양성분 일반시험법에 기술된 건식분해법(4)을 응용하여, 시료는 시료 약 2~3g을 정밀히 달아 건식분해용 도가니에 넣고 예비 탄화 후 회화로에서 500℃ 조건으로 회화시켰다. 시료가 회백색으로 완전히 회화되었을 때 회화로에서 꺼내 실온으로 냉각하였다. 회분을 0.5N 질산용액으로 용해 후 5A여지(Toyo Roshi Kaisha, Japan)로 여과한 다음 나트륨 분석용 시료는 100 mL로, 납 및 카드뮴은 25 mL로 정용하여 시험용액으로 하였다. 나트륨은 Perkin Elmer사 유도결합플라즈마분광계(Optima 8300 ICP-OES, USA)를 사용하였으며, 납 및 카드뮴은 Agilent사 유도결합플라즈마분광계(Varian 730-ES ICP-OES, USA)를 사용하였다. 분석 조건은 표 1, 표 2와 같다.

4. 표준인증물질의 측정

미국표준연구소(NIST)의 표준인증물질(certified Reference Material, CRM)인 Pine needles NIST CRM1575a)를 사용하여 본 실험의 정확도를 검증하였다. 나트륨의 회수율 측정은 시료와 동일하게 처리한 후 ICP-OES를 이용하여 분석하였다(표 3).

5. 검출한계 및 정량한계

납, 카드뮴은 각각 0.001~0.1 mg/kg을 제조하여 검량선을 작성하였고, 검출한계(Limit of Detection, LOD)와 정량한계(Limit of Quantitation, LOQ)는 다음과 같은 방법(5)으로 구하였다.

$$\text{LOD} = 3 \times \frac{\text{Standard deviation of the blank}}{\text{The slope of the calibration curve}}$$

$$\text{LOQ} = 10 \times \frac{\text{Standard deviation of the blank}}{\text{The slope of the calibration curve}}$$

Table 1. ICP-OES analytical conditions for sodium determination

Model	ICP-OES(Varian 7300-Es, Agilent USA)
Wave length	Pb 220.353, Cd 214.439 nm
Plasma flow	15 L/min
Aux flow	1.5 L/min
Neb flow	0.9 L/min.
RF Power	1,200 W
View Dist	15 mm
Sample flow rate	1.5 mL/min

Table 2. ICP-OES analytical conditions for lead and cadmium determination

Model	ICP-OES(Optima DV5300, Perkinelmer USA)
Wave length	Cd 228.802 nm
Plasma flow	15 L/min
Aux flow	0.5 L/min
Neb flow	0.75 L/min.
RF Power	1450 W
View Dist	15 mm
Sample flow rate	1.5 mL/min

Table 3. Sodium recovery from the certified reference materials(CRMs)

CRM	Element	Na concentration(mg/kg)		Recovery(%)
		Certified	Measured ¹⁾	
Pine needles (NIST CRM1575a)	Na	63 ± 1	59.2 ± 0.83	93.9

1) Mean and standard deviation of five separate measurements.

6. 통계적해석

기타 농산물가공품류에 대한 나트륨, 납 및 카드뮴 함량에 대한 통계분석은 IBM SPSS Statistics 24 프로그램을 이용하여 평균 표준편차, 최대값, 최소값 등의 기술통계량을 산출하였으며, 통계적 유의성 검증을 위하여 t-검정(t-test)와 일원배치 분산분석(ANOVA, $\alpha=0.05$)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 기타 농산가공품에 대한 나트륨

서울소재 대형마트에서 유통되는 기타 농산가공품류 중 곡류가공품인 부침가루, 튀김가루 44건, 기타가공품인 빵가루 14건, 두류가공품인 콩가루 5건, 전분가공품인 고구마가루 4건에서의 나트륨 함량은 100g 당 평균 463.5 mg으로 최고값은 1144.3 mg으로 나타났다.

유형별로 본 평균 나트륨 함량은 전분가공품, 두류가공품, 곡류가공품, 기타가공품 순으로 높았다(표 4).

전분가공품 4개 시료의 나트륨 함량 범위는 0.0~66.8 mg/100g이었고, 평균함량과 표준편차는 33.0 ± 27.8 mg/100g으로 조사되었다. 두류가공품 4개 시료의 나트륨 함량 범위는 6.4~800.1 mg/100g, 평균함량과 표준편차는 352.4 ± 169.8

mg/100g으로 나타났고, 곡류가공품 44개 시료의 나트륨 함량 범위는 8.17~966.1 mg/100g, 평균함량과 표준편차는 602.6 ± 260.6 mg/100g이었다. 또한 기타가공품 14개 시료에서의 나트륨 함량 범위는 135.7~143.3 mg/100g이었고, 평균함량과 표준편차는 770.6 ± 348.4 mg/100g으로 조사되었다. 각각 유형별로 나트륨 함량은 유의적인 차이가 있었다($P < 0.01$).

2015년 한국인의 영양 섭취 기준에 제시된 나트륨 목표 섭취량은 국제적 추세에 맞게 2000 mg/일로 섭취하도록 권장하였지만(표 5), 국민건강영양조사에 의하면 나트륨 1일 섭취량은 3889 mg으로 약 2배 정도로 섭취하고 있는 것으로 조사되었다. 나트륨 섭취 급원 식품은 소금(797 mg), 배추김치(414 mg), 간장(404 mg), 된장(235 mg), 라면(201 mg), 고추장(161 mg), 국수(94 mg) 등으로 조사되어 한국인은 주로 조리 및 가공 중에 첨가되는 소금, 김치와 라면 등이 나트륨 섭취를 높이는 주요 원인으로 나타났다(6).

Kim & Paik(7)은 한국인의 자유재량에 따른 나트륨 섭취가 전체 70% 이상으로 보고하였는데, 가공식품 및 외식 음식이 소비자의 입맛을 길들이게 되어 나트륨 섭취의 주요 원인으로 추정된다. 그러나 기타 농산가공식품류의 제품 개발은 궁극적으로 소비자 기호와 선택을 추종하게 되는 만큼 개개인의 나트륨 섭취 저감화를 위하여 저염식에 대한 기호들을 상승시킬 필요가 있다(8~10). 현

Table 4. Sodium contents in processed agricultural products

Food group	Number of sample	Na(mg/100g)
		Mean \pm SD(minimum-maximum)
Cereal processed products	44	$602.6 \pm 260.6(8.17 \sim 966.1)$
Starch processed products	4	$33.0 \pm 27.8(0.0 \sim 66.8)$
Soybean processed products	5	$352.4 \pm 169.8(6.4 \sim 800.1)$
Other processed products	14	$770.6 \pm 348.4(135.7 \sim 1,144.3)$
Total	67	$463.5 \pm 251.7(0.0 \sim 1,144.3)$

* Mean \pm SD of triplicate measurements.

제 식약처에서는 나트륨 저감 정책으로 기타 농산 가공품류에 나트륨 함량 표시제를 의무적으로 표기하도록 시행중이나(11, 12), 아직도 나트륨 함량을 표기하지 않은 제품이 있어 나트륨 함량에 대한 정확한 정보가 부족한 실정이다. 본 연구에서의 기타 농산가공품류의 1일 나트륨 평균 섭취량은 463.5 mg이며 식품의약품안전처에서 권장하는 2,000 mg과 비교하였을 때, 권고량의 23.2% 수준이었다.

2. 납, 카드뮴 함량

납, 카드뮴 분석을 위한 검량선은 0.999 이상의 정의 상관관계(r^2)를 보였으며, 각각 검출한계는 0.05 mg/kg, 0.002 mg/kg, 정량한계는 0.1 mg/kg,

0.006 mg/kg이었다. 회수율은 대상품목 시료에 분석원소에 따라 시험용액에서의 최종농도가 1.0 mg/kg이 되도록 표준용액을 첨가하여 5번 반복 실험하여 회수율을 산출하였다. 회수율 측정결과는 표 6과 같다. 기타 농산가공품류의 곡류가공품(부침가루, 튀김가루, 빵가루) 44건, 전분가공품 4건, 기타가공품 14건 두류가공품 5건에서의 납은 최대 0.083 mg/kg이며, 카드뮴은 최대 0.014 mg/kg이었다(표 7).

식품공전에서 기타 농산가공품류에 대해서는 납과 카드뮴에 대한 규격기준이 없다. 가장 유사한 농산가공품인 밀가루류에서의 두 중금속에 대한 기준은 각각 0.2 mg/kg 이하이다. 따라서 측정된 기타 농산가공품류에서의 납과 카드뮴 함량은 이 기준보다는 낮게 나타났다.

Table 5. Average daily intake of Na for korean men and women with age^a

Age(Year)	Intake of Na(mg/day)		
	Man	Woman	All
6~8	1200	1200	
9~11	1400	1400	2000
12~14	1500	1500	2000
15~18	1500	1500	2000
19~29	1500	1500	2000
30~49	1500	1500	2000
50~64	1500	1500	2000
65~74	1300	1300	2000
75 <	1100	1100	2000

^a Data from the Korea National and Nutrition Examination Survey(KNHNES, 2015).

Table 6. Lead and cadmium recovery test by standard addition method

Food group	Spiked conc(mg/kg)	Element	Recovery(%)	RSD(%)
Cereal processed products	1.0	Pb	98.1	4.30
	1.0	Cd	93.2	3.06

Table 7. Lead and cadmium contents in Processed agricultural products.

Food group	Number of sample	Pb concentration	Cd concentration
		Mean \pm SD(mg/kg) ¹⁾ (minimum - maximum)	
Cereal processed products	44	0.0287 \pm 0.0204 (N.D - 0.071)	0.0060 \pm 0.0013 (0.0001 - 0.013)
Starch processed products	4	0.0257 \pm 0.0285 (0.014 - 0.076)	0.0002 \pm 0.004 (N.D - 0.001)
Soybean processed products	5	0.0124 \pm 0.0206 (N.D - 0.043)	0.0079 \pm 0.005 (0.0009 - 0.013)
Other processed products	14	0.0335 \pm 0.0312 (N.D - 0.083)	0.0057 \pm 0.0045 (N.D - 0.014)

¹⁾ Mean and standard deviation of three separate measurements.

결 론

1. 기타 농산가공품류에서 나트륨 함량을 조사한 결과 100 g당 최고 1,144.3 mg까지 나타났으며 평균값은 463.5 mg 이었다. 유형별로는 전분가공품, 두류가공품, 곡류가공품, 기타가공품 순으로 나트륨 함량이 높았다.
2. 납과 카드뮴 함량은 최고 0.083 mg/kg과 0.014 mg/kg을 보여 가장 유사한 농산가공품인 밀가루류 규격 기준인 0.2 mg/kg보다는 낮게 나타났다. 이러한 제품에서는 하루 권장섭취량이 표기된 것과 표기가 되지 않은 제품이 혼재되어 있지만, FAO/WHO에서 설정한 각 중금속에 대한 잠정주간섭취허용량인 PTWI(Provisional Tolerance Weekly Intake) 기준을 적용하여 예상되는 중금속 섭취량과 비교해 볼 필요가 있다.
3. 나트륨 저감 정책을 위하여 나트륨 함량을 표기하도록 홍보하고, 기준을 설정하여 표기된 나트륨 함량이 적절한지 지속적인 검사가 필요하다. 납과 카드뮴 같은 위해 중금속의 경우 기타 농산가공품류의 규격에서 기준이 제외되었지만, 시민들의 식품 안전성을 확보하기 위하여 지속적으로 그 함량들을 조사하고 관리할 필요가 있다.

참고문헌

1. Hong, SM, Lee, HY and Kim, HK : Study on sodium reduction, 'Health Restaurant for Sodium Reduction', J. Korean Diet Assoc., 20(3):175~182, 2014.
2. Haddy, FJ : Role of dietary salt in hypertension, Life Sci., 79(17):1585~1592, 2014.
3. He, FJ and MacGregor, GA : Reducing population salt intake world wide - From evidence to implementation, Progress in Cardiovascular Diseases, 52:363~382, 2010.
4. 식품의약품안전처 : 식품공전 시험법 II. 7.4~7.5, 2018.
5. Thompson, M, Ellison, SLR and Ood, R : Harmonized guideline for single-laboratory validation of methods of analysis(IUPAC Technical Report). Pure Appl Chem 74:835~855, 2002.
6. Centers for Disease control & Prevention : Korea National Health and Nutrition Examination Survey(KNHANES VI-3), p.179~206, 2015.
7. Kim, YS and Paik, HY : Measurement of

- Na intake in Korean Adult Females. Korea. J. Nutrition, 20(5):341~349, 1987.
8. Bertino, M, Beauchamp, GK and Engelman, K : Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. American J. Clinical Nutrition, 36(5): 1134~1144, 1982.
 9. Jeong, HR : Policy development and legislation for food and nutrition safety management. Food and Drug Administration, 2015.
 10. Kim, YS, Kang, YR and Paik, HY : Sodium Intake and pre-fergency for salty taste in elementary school children residing in rural urban areas of korea. Korean J. Nutrition, 23(4):248~256, 1990.
 11. Korea Food & Drug Administration : Food Labeling Standards., p.77, 2015.
 12. Korea Food & Drug Administration : Food Sanitation Act., No 13277, 2015.