

서울특별시 보건환경연구원보 제58권 (2022)  
Report of S.I.H.E., 58:3-9 (2022)

## 김치의 중금속 분석과 위해성 평가

첨가물검사팀

김지영 · 장민수 · 조인순 · 박애숙 · 김정곤 · 차재훈 · 최부철 · 한창호 · 황인숙

# Analysis and Risk Assessment of Heavy Metals in Kimchi

*Food Additives Team*

Ji-young Kim, Min-su Chang, In-soon Cho, Ae-suk Park, Jeong-gon Kim,  
Jae-hoon Cha, Bu-Chuhl Choe, Chang-ho Han and In-sook Hwang

### Abstract

This study was conducted to measure the content of heavy metals (Pb, Cd, As, Cr, Cu, Zn) in Kimchi obtained from various area in Seoul, Korea. Heavy metal content determined using inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES). The heavy metal content of Pb, Cd, As, Cr, Cu, and Zn were determined to be 0.009 (0.000~0.073), 0.004 (0.000~0.023), 0.040 (0.000~0.177), 0.042 (0.000~0.679), 0.472 (0.058~1.283), and 2.685 (0.000~5.980), respectively. The weekly intake of each heavy metal was compared with the provisional tolerable weekly intake (PTWI) established by FAO/WHO Expert Committee for risk assessment. PTWI of Pb, Cd, As, Cr, Cu, and Zn were determined to be 0.223(0.000~1.754), 0.440(0.000~2.302), 1.606(0.000~7.087), 1.190(0.000~19.419), 0.081(0.010~0.220), and 0.768(0.000~1.710)%PTWI, respectively. This study confirmed that all 87 domestic kimchi distributed in Seoul was in the safe range of the six heavy metal contents.

**Key words** : heavy metals, kimchi, risk assessment, PTWI, %PTWI

## 서 론

김치는 절임배추, 무 등에 고춧가루, 파, 마늘, 생강 등 부재료를 첨가하여 발효·숙성시킨 우리나라의 대표적인 발효식품으로(1) 식이섬유소, 비타민, 무기질 등 영양학적으로 우수할 뿐 아니라 비만 억제, 동맥경화 예방, 항노화, 항돌연변이 및 항암 효과 등의 효능이 밝혀지면서 국제적으로 건강식품으로 인정받고 있다(2).

질병관리청에서 실시하는 2020년 국민영양평가에 따르면 김치는 국민 다소비식품 중 뽕쌀, 우유에 이어 세 번째로 순위가 높은 식품으로 만 1세 이상 하루 평균 섭취량이 57.1 g으로 한국인의 식생활에서 매우 중요한 다소비 식품이다(3). 그런데 최근 핵가족화와 산업화로 인해 김치의 대부분이 공장에서 대량으로 제조, 유통되고 있고 김치 시장이 확대됨에 따라 김치의 안전성에 대한 국민의 관심이 증가하고 있다(4).

또한, 2006년 미국 헬스저널에서는 김치를 세계 5대 건강식품으로 선정하였고, 2013년 12월에는 유네스코의 인류무형문화유산으로 지정되기도 하였다. 세계김치연구소에 따르면 2018년 기준으로 세계 60여개국에 약 9천만달러어치가 수출되고 있다고 한다(5).

중금속은 비중이 4이상 되는 금속원소로 이중 동·식물에 유해성이 큰 중금속으로 수은, 카드뮴, 납, 비소, 주석, 아연, 구리, 크롬, 망간 등이 이에 해당한다. 식품의 중금속 오염은 재배지의 토양, 대기로부터 식품으로 이행되기도 하지만 주로 오염된 지역에서 재배되는 농작물에서 기인하며 식품의 저장, 제조, 가공 및 조리, 포장 중에 오염되기도 한다. 식품 중 중금속을 독성에 따라 구분하면 체내에 들어와 쉽게 분해되지 않고 축적되어 급·만성 건강장해를 일으키는 수은, 카드뮴, 크롬, 납 등의 유독 중금속과 발암성 및 돌연변이성의 측면에서 유전자에 영향을 미치는 카드뮴, 망간, 크롬 등의 유전 독성, 인체에 필수적인 금속이지만 과량 노출시 위해를 입힐 수 있는 가능성을 가진 구리, 아연 등 기타 중금속이 있다(4).

따라서 본 연구에서는 서울시에서 판매되고 있는 김치의 중금속 중 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 구리, 아연에 대한 함량을 조사하고, 그 위해성을 평가하여 대표적인 한국 전통 발효식품인 김치의 안전성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험 재료

국내에서 제조, 가공되어 서울시에서 유통되는 김치 87건에 대해 검사하였다. 시료는 냉장 상태를 유지하며 운반, 보관하였다.

### 2. 실험 방법

식품공전 제8. 일반시험법 9.1 중금속에 따라 시험하였다(6).

#### 1) 시료의 전처리

포장된 김치 제품 전체를 분쇄기(JAM-606, OTWellbeing CO., KOREA)로 곱게 갈아 그 중 3~5 g을 도가니에 취해 건조하여 탄화시킨 다음 450°C에서 회화하였다. 회화가 불충분하게 진행된 경우 회질산 2~5 mL로 적시고 건조한 다음 회화를 계속하였다. 회화가 불충분할 때는 위의 조작을 1회 되풀이하고 필요하면 마지막으로 회질산 2~5 mL를 가하여 완전하게 회화를 하여. 회화가 끝나면 회분을 0.5N 질산으로 녹이고 여과하여 25 mL로 하여 시험용액으로 사용하였다.

#### 2) 중금속 분석

유도결합플라즈마-발광광도법(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, ICP-OES)은 아르곤 가스에 고주파를 유도결합방법으로 방전시켜 얻어진 아르곤 플라즈마에 시험용액을 주입하여 분석원소의 원자선 및 이온선의 발

광광도를 측정하여 시험용액 중의 분석원소의 농도를 구하는 방법이다(6).

Table 1의 조건으로 표준용액과 시험용액 및 공시험용액을 ICP-OES에 주입하여 검량선을 작성하여 시험용액의 농도를 구하였다.

**Table 1. The operation condition of ICP (Perkinelmer, US/Optima 8300)**

Classification	Condition
Wavelength(nm)	Pb:220.353
	Cd:228.802
	As:188.979
	Cr:267.716
	Cu:327.393
	Zn:206.200
Sample gas Flow(L/min)	1.5
Plasma gas flow(L/min)	12
Auxiliary gas flow(L/min)	0.2

### 3) 위해성 평가

김치를 통해 섭취되는 중금속의 위해성 평가는 2020년 국민건강영양조사에서 제시한 평균섭취량과 국민건강보험공단 건강검진통계에서 제시하고 있는 평균체중을 이용하여 실제 김치를 통해 섭취되는 각각의 중금속 함량을 주간섭취량 및 일일섭취량을 FAO/WHO에서 설정한 각 중금속의 잠정주간섭취허용량인 PTWI(Provisional Tolerable Weekly Intake) 및 1인 1일 최대섭취허용량(PMTDI), 잠정월간섭취허용량인 PTMI(Provisional Tolerable Monthly Intake), IRIS(Integrated Risk Information System) 데이터베이스에서 만성경구섭취 참고용량(RfD)과 비교하여 평가하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 정량 및 검출한계

납, 카드뮴, 비소, 크롬, 구리, 아연 측정을 위한

검량선은 혼합표준액 100 mg/kg을 5% 질산에 희석하여 0.05, 0.1, 0.5, 1.0 mg/kg으로 조제한 뒤 ICP로 측정하여 검량선을 작성한 결과 모두 0.999 이상의 정의 상관관계( $r^2$ )를 보였다.

Miller의 방법에 따라 검출한계(Limit of detection, LOD) 및 정량한계(Limit of quantitation, LOQ)를 구한 결과는 Table 2와 같다.

**Table 2. LOD and LOQ of th heavy metals**

Heavy Metal	LOD <sup>1)</sup> (mg/kg)	LOQ (mg/kg)	$r^2$
Pb	0.016	0.048	0.9991
Cd	0.001	0.004	0.9998
As	0.014	0.043	0.9993
Cr	0.001	0.003	0.9997
Cu	0.001	0.004	0.9996
Zn	0.004	0.013	0.9998

1) LOD(Limit of detection) =  $3.3\delta/s$

2) LOQ(Limit of quantitation) =  $10\delta/3$

$\delta$  = standard deviation of the blank

s = slope of the calibration curve

## 2. 김치 중 중금속 함량

김치의 중금속 분석 결과는 Table 3과 같다.

**Table 3. Contents of Pb, Cd, As, Cr, Cu, and Zn in Kimchi**

Heavy Metals	Mean±SD (unit: mg/kg) (minium~maximum)
Pb	0.009±0.0128 (0.000~0.073)
Cd	0.004±0.0044 (0.000~0.023)
As	0.040±0.0411 (0.000~0.177)
Cr	0.042±0.0781 (0.000~0.679)
Cu	0.472±0.1941 (0.058~1.283)
Zn	2.685±1.1465 (0.000~5.980)

### 1) 납(Lead)

김치의 납 검출량은 0.000~0.073 mg/kg으로 나타났으며 평균 0.009 mg/kg으로 식품의약품안전처에서 김치의 기준 규격으로 제시한 납의 허용기준치인 0.3 mg/kg을 초과하는 시료는 총 87건 중 0건으로 100 %의 적합률을 보였다.

납은 인체에 축적될 경우 독성이 강하고 중독시 급성 독성으로 신경, 평활근 장애와 적혈구 중 헤모글로빈을 감소시켜 빈혈을 유발하고 뇌손상마비, 신경장애 등을 일으키고 만성적으로는 창백한 피부, 두통, 식욕 감퇴 등의 증상을 일으키는 것으로 알려져있다(7).

### 2) 카드뮴(Cadmium)

카드뮴의 검출범위는 0.000~0.023 mg/kg으로 나타났으며 평균 0.004 mg/kg으로 식품의약품안전처에서 김치의 기준 규격으로 제시한 카드뮴의 허용기준치인 0.2 mg/kg을 초과하는 시료는 총 87건 중 0건으로 100 %의 적합률을 보였다.

카드뮴은 중금속 중에서도 오염지역의 오염정도를 판단하는 기준원소로 알려져 있으며 구리, 아연, 철의 흡수를 방해하고 중독되면 통증과 골연화증을 동반하는 이타이이타이병을 일으킨다(3, 7)고 알려진 유해중금속이다.

### 3) 비소(Arsenic)

비소의 검출범위는 0.000~0.177 mg/kg으로 나타났으며 평균값은 0.040 mg/kg이었다. 비소의 대부분은 유기비소의 형태이며 무기비소의 경우 총 비소의 10%로 보고되므로 무기비소로 환산할 경우 더 낮게 검출된 것으로 매우 안전한 범위에 있음을 알 수 있다.

비소는 토양, 물, 동식물에 함유되어 살충제농약으로 비산납, 비산석회 등에 의해 잔류오염으로 축적된다. 섭취시 구토, 혈뇨성 설사를 일으키고 장기간 노출시 식욕부진, 체중감소, 안면부종, 폐색성 황달, 신경염이나 피부경화증을 유발할 수 있다(3).

### 4) 크롬(Chromium)

크롬의 검출범위는 0.000~0.679 mg/kg으로 나타났으며 평균 0.042 mg/kg으로 나타났다.

크롬이 인체에 유해하게 작용하는 것은 6가 크롬을 포함하는 크롬산과 중크롬산이며 호흡기, 피부 등을 통해 체내로 유입되어 간, 신장, 골수에 축적되며 신장, 대변을 통해 배출되나 과량 섭취 시 간의 궤양이나 변성을 일으키며 호흡기의 암 추정물질로 규정되어 있다(8).

### 5) 구리(Copper)

구리의 검출범위는 0.058~1.283 mg/kg으로 나타났으며 평균값은 0.472 mg/kg이었다.

구리는 자연계에 존재하는 일부색소의 필수적인 영양성분이며 인체의 구성성분으로서 신장, 간장, 조직에 함유되어 있으며 단백질과 결합하여 금속의 운반체, 철의 산화에 관여하는 등 필수성분으로(8) 결핍시 혈장내 철방출이 저하됨으로써 헤모글로빈 합성이 감소되고 장기간 지속시 빈혈이 일어난다. 인체 독성에 대한 연구는 최근에 이루어지기 시작했으며 알콜중독증에서부터 갑상선항진증까지 많은 질병들이 구리 과다혈증을 동반하고 구리가 조직에 과량 축적되면 독성을 나타내는 것으로 알려져 있다(9).

### 6) 아연(Zinc)

아연의 검출범위는 0.000~5.980 mg/kg으로 나타났으며 평균 2.685 mg/kg으로 나타났다.

아연은 여러 가지 효소와 단백질을 구성하는 필수인자이며 탄수화물과 지방의 대사에도 관여하는 미량원소이다. 그러나 높은 수준의 식이 아연은 빈혈을 유발할 수 있고 구리 및 철의 흡수를 방해하여 효소의 활성을 감소시킬 수 있다. 성인 기준 일일 필수 섭취량은 약 15 mg/day이며 성인의 평균식이 아연섭취량은 14~20 mg/day이다(10). 약리학적으로 독성을 일으키는 양은 100~300 mg으로 알려져 있다(11).

### 3. 위해성 평가

납, 비소는 FAO/WHO 합동 첨가물전문가위원회 (Joint Expert Committee on Food Additives: JECFA)에서 감시대상이 되는 금속으로 인간에게 독성이 있어 잠정주간섭취허용량(Provisional Tolerable Weekly Intake: PTWI)을 각각 0.025, 0.015 mg/kg/week로 정하고 카드뮴은 JECFA 잠정월간섭취허용량(Provisional Tolerable Monthly Intake: PTMI)을 25  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{month}$ 로 정하였다. 또한, 구리와 아연은 일일최대섭취허용량(Provisional Maximum Tolerable Daily Intake: PMTDI)을 각각 0.5, 0.3 mg/kg/day로 정하여 권고하고 있다(10). 크롬에 대해서는 미국 환경보호청(U.S. EPA)의 IRIS 데이터베이스의 만성경구섭취 참고용량(chronic oral reference dose: RfD)인 0.003 mg/kg/day를 사용하였다(12).

ICP를 이용하여 조사한 김치의 중금속 함량과 2020년 국민건강영양조사에서 제시한 김치의 1인 1일 섭취량 57.1 g, 국민건강보험공단 건강검진통계에서 제시하고 있는 2020년 전체연령대 평균체중 66.55 kg(13)을 이용하여 서울시내 유통중인 김치를 통한 주간노출량을 산출하였다. 또한 PTWI, PTMI, PMTDI, RfD를 이용한 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 구리, 아연의 PTWI를 각각 25, 6, 15, 21, 3500, 2100  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{week}$ 로 산정하여 금속별 주간노출량에 대한 %PTWI를 구하여 Table 4에 나타내었다(8).

납, 카드뮴, 비소, 크롬, 구리, 아연의 주간섭취량은 각각 평균 0.056(0.000~0.438), 0.026(0.000~0.138), 0.241(0.000~1.063), 0.250(0.000~4.078), 2.836(0.348~7.706), 16.124(0.000~35.916)  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{bw}/\text{week}$  이었으며

Table 4. Total weekly intakes of heavy metals in Kimchi

Heavy Metal	Total weekly intake <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{bw}/\text{week}$ ) mean(range)	%PTWI mean(range)
Pb	0.056(0.000~0.438)	0.223(0.000~1.754) <sup>2)</sup>
Cd	0.026(0.000~0.138)	0.440(0.000~2.302) <sup>3)</sup>
As	0.241(0.000~1.063)	1.606(0.000~7.087) <sup>2)</sup>
Cr	0.250(0.000~4.078)	1.190(0.000~19.419) <sup>4)</sup>
Cu	2.836(0.348~7.706)	0.081(0.010~0.220) <sup>5)</sup>
Zn	16.124(0.000~35.916)	0.768(0.000~1.710) <sup>5)</sup>

1) Total weekly intake=content of heavy metal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )  
 $\div 0.0571(\text{kg}) \div 66.55(\text{kg}/\text{bw}) \times 7(\text{day})$

2) Total weekly intake  $\div$  PTWI  $\times 100$

3) Total weekly intake  $\div$  (PTMI  $\div 4$ )  $\times 100$

4) Total weekly intake  $\div$  (RfD  $\times 7$ )  $\times 100$

5) Total weekly intake  $\div$  (PMTDI  $\times 7$ )  $\times 100$

%PTWI는 0.223(0.000~1.754), 0.440(0.000~2.302), 1.606(0.000~7.087), 1.190(0.000~19.419), 0.081(0.010~0.220), 0.768(0.000~1.710)%였다.

FAO/WHO에서 제시하는 잠정1일섭취 허용량 (Provisional Tolerable Daily Intake: PTDI) 및 PMTDI, RfD를 참고(14)로 납, 카드뮴, 비소, 크롬, 구리, 아연의 PTDI를 각각 3.6, 0.8, 2.1, 3.0, 500, 300  $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day}$ 로 하여 김치를 통한 1일 섭취량에 대한 위해지수를 다음과 같은 방법으로 구한 결과는 Table 5와 같이 납 0.002(0.000~0.018), 카드뮴 0.005(0.000~0.024), 비소 0.016(0.000~0.071), 크롬 0.012(0.000~0.194), 아연 0.008(0.000~0.017)로 매우 낮은 수준으로 나타났다.

이상으로 김치 섭취시 중금속에 대한 위해성은 안전한 것으로 평가할 수 있으나 본 조사 대상 제품은 국내 제조 가공되어 유통되는 배추김치에 한정된 것으로 김치의 종류와 원산지를 확대하여 중금속 노출량 및 위해성을 평가할 필요가 있다.

$$\text{위해지수} = \frac{\text{김치를 통한 체중 } 1\text{kg 당 1일 중금속 섭취량 } (\mu\text{g}/\text{kg}/\text{bw}/\text{day})}{\text{잠정 1일 섭취 허용량 } (PTDI) (\mu\text{g}/\text{kg}/\text{day})}$$

- 위해지수 > 1 위해발생이 우려됨
- 위해지수  $\leq$  1 위해발생이 우려되지 않음

Table 5. Hazard Quotients of heavy metals in Kimchi

Heavy Metal	Total daily intake <sup>1)</sup> ( $\mu\text{g}/\text{kg}\cdot\text{bw}/\text{day}$ ) mean(range)	Hazard Quotient (range)
Pb	0.008(0.000~0.063)	0.002(0.000~0.018) <sup>2)</sup>
Cd	0.004(0.000~0.020)	0.005(0.000~0.024) <sup>3)</sup>
As	0.034(0.000~0.152)	0.016(0.000~0.071) <sup>2)</sup>
Cr	0.036(0.000~0.582)	0.012(0.000~0.194) <sup>4)</sup>
Cu	0.404(0.050~1.099)	0.001(0.000~0.002) <sup>5)</sup>
Zn	2.299(0.000~5.122)	0.008(0.000~0.017) <sup>5)</sup>

1) Total daily intake=content of heavy metal ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) $\div$ 0.0571(kg) $\div$ 66.55(kg.bw)

2) Total daily intake $\div$ (PTWI $\div$ 7)

3) Total daily intake $\div$ (PTMI $\div$ 30)

4) Total daily intake $\div$ RfD

5) Total daily intake $\div$ PMTDI

## 결 론

본 연구는 서울에서 유통되는 김치 87건에 대하여 ICP-OES를 이용하여 중금속을 분석한 결과 납 0.009(0.000~0.073), 카드뮴 0.004(0.000~0.023), 비소 0.040(0.000~0.177), 크롬 0.041(0.000~0.679), 구리 0.472(0.058~1.283), 아연 2.685(0.000~5.980) mg/kg으로 나타났다.

김치의 각 중금속 함량을 2020년 국민건강통계 자료에서 조사대상 인구집단 전체를 대상으로 김치를 통한 중금속의 주간섭취량을 산출하고 납, 비소는 JECFA의 잠정주간섭취허용량(PTWI), 카드뮴은 JECFA의 월간섭취허용량(PTMI), 아연, 구리는 JECFA의 1인 1일 최대섭취허용량(PMTDI), 크롬은 미국환경보호청(U.S. EPA)의 IRIS 자료에서 만성경구섭취 참고용량(RfD)를 적용하여 PTWI로 산출하여 중금속 위험도를 비교한 결과 납 0.223(0.000~1.754), 카드뮴 0.440(0.000~2.302), 비소 1.606(0.000~7.087), 크롬 1.190(0.000~19.419), 구리 0.081(0.010~0.220), 아연 0.768(0.000~1.710) %PTWI로 나타났다.

각 중금속의 인체노출수준을 잠정주간섭취허용

량으로 나누어 위해지수를 산출한 결과, 1보다 훨씬 낮은 안전한 수준으로 판단되었다.

2001년 한국보건산업진흥원에서 진행한 한국인의 대표식단 중 중금속 섭취량 및 위험도평가 결과를 살펴보면 김치에 대하여 체중 kg당 주간섭취량은 납 0.32  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw, 카드뮴 0.019  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw, 비소 0.00  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw, 구리 0.002  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw, 아연 0.006  $\mu\text{g}/\text{kg}$  bw 으로(9) 본 연구의 Table 4에서 언급된 결과와 같이 매우 낮은 수준임을 확인할 수 있었다.

본 연구 결과는 국내에서 제조되어 서울시내 유통·판매되는 김치를 대상으로 주요 중금속 함량을 평가하여 김치의 안전성 확보를 위한 기초 자료를 제공하고자 하였다.

최근 중국산 김치에서 제조과정에서 위생과 기생충알 검출 등 꾸준히 문제가 제기되고 있고 전세계적으로 김치 시장이 점차 확대되는 만큼 수입 김치를 포함하여 지속적인 평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 장민선, 조순덕, 배동호, 김건희 : 소금의 안전성 분석과 김치제조를 통한 품질 평가. 한국식품과학회지, 42(2) : 160~164, 2010.
2. 김희영, 길정하, 박건영 : 한국산 및 일본산 배추를 이용하여 제조한 한국산 김치와 일본산 김치의 품질 특성과 기능성 비교. 한국식품영양과학회지, 42(4) : 520~526, 2013.
3. 질병관리청 : 2020 국민건강통계 국민건강영양조사 제8기 2차년도, 2020.
4. 장자영, 김태운, 박해웅, 박성희, 이종희, 최학중, 한응수, 강미란, 김현주 : 국내 시판되는 세계채소절임식품의 중금속 안전성 평가. 한국식품위생안전성학회지, 29(2) : 146-151, 2014.
5. 세계김치연구소 : <https://www.wikim.re.kr>
6. 식품의약품안전처 : 식품공전, 제8일반시험법

- 9.1 중금속 시험법, 2022.
7. Jose M Concon : Food Toxicology(in two part), PART B : Contaminations and additives, Chapter 18, Iarcel Dekker, Inc. New York. p.1033-1073, 1988.
  8. 김성단, 정선옥, 김복순, 윤은선, 장민수, 박영애, 이용철, 채영주, 김민영 : 유통 환제품의 중금속 함량 및 위해성 평가. 한국식품영양과학회지, 39(7) : 1038-1048, 2010.
  9. 한국산업보건진흥원 : 한국인의 대표식단 중 중금속 섭취량 및 위해도 평가, 식품의약품안전청, 2001.
  10. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives(JECFA) : Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. WHO Food Additives Series 44. International Programme on Chemical Safety and WHO, Geneva. p273-391, 2011.
  11. 박진순, 천종희 : 한국성인의 아연 섭취실태 및 아연보충에 의한 아연 영양상태 변화. 한국영양학회지, 26(9) : 1110-1117, 1993.
  12. U.S. Environmental Protection Agency National Center for Environmental Assessment : Chronic Health Hazard Assessment for Noncarcinogenic Effects, Intergrated Risk Information System(IRIS), 2003.
  13. 국민건강보험공단 : 건강검진통계, 시도별 연령별 성별 평균 체중 분포 현황, 2020.
  14. 이효정, 심지연, 오현숙, 장미란, 이윤애, 이륜경, 김민아, 이상민, 조태용, 강호일 : 가공식품 중 중금속 함량 및 안전성 평가, 한국식품과학회지, 44(1) : 21-27, 2012.