pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 31, No. 6, pp. 420~425 (2016)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2016.31.6.420

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

영양강조표시제품의 무기질 (칼슘, 철, 아연) 함량 분석과 상호작용에 대한 연구

정다운[1] · 이헌옥[1] · 김영경[2] · 서건호[3] · 엄애선[1]*

[1]한양대학교 식품영양학과, [2]한국건강기능식품협회 부설 한국기능식품연구원, [3]건국대학교 수의과대학

Minerals (Calcium, Iron, Zinc) Analysis and Interaction of Emphasized Nutrition Indication on Products

Da-Un Jeong[1], Heon-Ok Lee[1], Young-Kyoung Kim[2], Kun-Ho Seo[3], and Ae-Son Om[1]*

[1]*Department of Food & Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University, Seoul 04763, Korea*
[2]*Korea Health Supplement Association Sub. Korea Health Supplement Institute, Seongnam 13488, Korea*
[3]*Department of Public Health, College of Veterinary Medicine, Konkuk University, Seoul 05029, Korea*

(Received September 19, 2016/Revised October 17, 2016/Accepted November 3, 2016)

ABSTRACT - The present study aimed to calcium (Ca), iron (Fe) and zinc (Zn) contents were compared with reference values indicated on the nutrition label of nutrition emphasized food. Also, this paper will briefly review and evaluate what is currently known about Fe-Zn and Ca-Fe interaction. Ca, Fe or Zn-emphasized product, including cereal, snack, soy milk, chocolate product, other cocoa product, sugars product, beverage and tea were analyzed. The contents of Ca, Fe, and Zn in samples after dry-ashing were examined by ICP. The measured Ca (*n = 42*), Fe (*n = 13*), Zn (*n = 6*) values were ranged 87~176%, 98~167%, 98~275% of reference value indicated product, respectively. All samples were ranged more than 80% of the reference value, which were complied with food regulation. High intake of Ca has been shown to adversely affect Fe absorption and the negative effect of Fe on Zn absorption is well known. Therefore, it is important to consider Ca-Fe and Fe-Zn absorption interaction, when Ca, Fe or Zn-emphasized product produce and nutrition labeling policy should be managed regularly with continuous monitoring.

Key words : nutrition emphasized foods, mineral analysis, nutrition labeling

경제활동의 증가, 소득수준 향상 등의 요인으로 인해 현대인의 식생활이 외식 또는 가공식품의 형태로 음식을 섭취하는 추세가 증가함에 따라[1] 식습관으로 인해 발병되는 질병에 대한 연구 결과가 밝혀지면서 식품 선택에 대한 관심이 증가하고 있다[2]. 건강에 대한 관심이 높아졌고 탄수화물, 단백질, 지방의 3대 영양소 이외에 무기질과 같은 미량영양소가 주목을 받고 있으며[3], 가공식품 중에는 칼슘, 철, 아연 등의 무기질을 강조표시한 영양강조표시제품이 유통되고 있다. 이는 제품에 함유된 영양소의 함유 정도를 "무", "고", "강화", "첨가" 등의 특정한 용어를 사용하여 표시한 것으로 강조하려는 영양성분이 식품 100 g 당 영양소기준치의 15% 이상 또는 식품 100 mL 당 7.5% 이상 함유되어 있는 식품을 의미한다[4].

무기질은 성장과 대사에 필수적인 영양소로 섭취가 부족하게 되면 결핍증이 나타난다.

무기질 중에서 골다공증의 원인으로 잘 알려져 있는 칼슘은[5] 대사증후군, 고혈압, 심장질환과 같은 만성질환과도 연관이 있으며[6], 골격과 치아의 구성성분으로 근육, 신경기능에도 관여한다. 칼슘이 부족하면 성장지연, 뼈와 치아의 기능 저하, 뼈 기형발생 등을 나타낸다[7]. 국민건강조사에 따르면 칼슘은 대표적인 섭취부족 영양소로서 2013년에는 칼슘의 1일 권장섭취량의 71.1%을[8], 2014년에는 68.7%로 섭취량이 더 감소하였으며 특히, 12-18세와 65세 이상에서는 칼슘을 권장섭취량의 60% 미만으로 섭취하고 있었다[9]. 단백질, 유기산, 비타민D_3 등은 칼슘의 흡수를 돕는다고 보고되고 있으며[10-11] 칼슘을 식이섬유, phytate 함께 섭취할 경우 칼슘의 흡수가 저해된다고 알려져 있다[12]. 한편 칼슘의 과다섭취는 철의 흡수를 방해한다는 연구결과가 있다[13-14]. 철분은 헤모글로빈을 통해 산소를 조직으로 운반하는 역할을 하고 효소들의 구성성분으로 에너지

*Correspondence to: Ae-Son Om, Laboratory of Food Safety, Department of Food & Nutrition, College of Human Ecology, Hanyang University, 222, Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 04763, Korea
Tel: 82-2-2220-1203, Fax: 82-2-2220-1856
E-mail: aesonom@hanyang.ac.kr

생산과 면역체계에 관여하며[15], 결핍시 빈혈, 인지장애, 성장지연을 일으킬 수 있다[16]. 그리고 철은 효소의 촉매 성분으로 유전자 발현 및 신호 전달 등의 역할을 담당하고 결핍 시 성장 둔화, 임산부의 경우 저체중 신생아 출산을 초래할 수 있는[17-18] 아연의 흡수를 저해한다고 알려져 있으므로[7] 영양강조표시제품 중 칼슘, 철, 아연의 함량 분석과 상호작용에 대한 연구가 필요하다고 판단되었다.

건강을 유지하기 위한 수단으로 식품에 표시된 영양정보가 활용되고 있으며[3] 가공식품 중 칼슘을 강조표시한 제품의 칼슘함량을 분석함과 동시에 철, 아연이 같이 강조표시되어 있는 경우 각 성분의 함량 확인과 상호작용을 평가하기 위해 같이 실험하였다. 식품 등의 세부표시기준에 따르면 칼슘, 철 및 아연의 영양소기준치는 각각 700 mg, 12 mg, 8.5 mg이며[4], 칼슘, 철, 아연이 식품 100 g 당 각각 105 mg, 1.8 mg, 1.275 mg 이상, 식품 100 mL당 각각 52.5 mg, 0.9 mg, 0.6375 mg 이상 함유되어 있어야 제품에 강조표시를 할 수 있다는 점을 고려하여 실험을 진행하였다.

Kim 등[18]은 국내 조제유에 표시된 영양성분을 분석한 결과, 무기질 함량에서 표시량과 분석값 사이의 오차범위가 두드러졌다고 하였으며, 우리나라 칼슘강화식품의 무기질 함량에 관한 Kim 등[19]의 연구에서는 표시량과 분석값의 오차범위가 칼슘에서 넓게 나타났다고 보고하였다. 그래서 본 연구에서는 소비자에게 신뢰성있는 영양정보를 제공하기 위해서 지속적인 모니터링이 필요하다고 판단함과 동시에 가공식품 중 칼슘을 강조표시한 제품을 수거하여 칼슘, 철, 아연의 분석을 통해 함량을 확인하고 소비자들에게 신뢰성 있는 영양강조표시제품에 대한 정보와 섭취량 판단에 도움을 주고자 하였다.

Materials and Methods

실험재료

2015년 3월부터 8월까지 서울, 경기 지역의 대형마트, 시장 및 온라인마켓 등에서 유통되고 있는 영양강조표시제품 중 칼슘을 강조표시한 시리얼 3건, 과자 14건, 두유 18건, 초콜릿가공품 1건, 기타코코아가공품 2건, 당류가공품 2건, 과·채음료 1건, 고형차 1건, 총 42건의 제품을 수거하여 영양강조표시성분인 칼슘, 철 및 아연을 분석하였다. 식품의 성상이 고형물인 시리얼, 과자 등은 Mixer (CAU-800, Charmingart co., Busan, Korea)에 갈아 균질화하였고 나머지 제품들은 완제품의 상태 그대로 라벨을 부착하여 분석시까지 냉장보관하였다.

무기질(칼슘, 철, 아연)분석 방법

칼슘, 철, 아연은 식품공전의 일반시험법 중[20] 무기성분의 건식분해법으로 전처리하여 분석하였다. 시료를 hot plate (HP131530-33, Thermo fisher Scientific, Boston, MA, USA)에서 탄화시킨 후 회화로(MF21-C, LK Lab., Namyangjoo, Korea) 550~600°C에서 완전 회화시켜 회분에 HCl (Samchun Co., Seoul, Korea) 10 mL을 가하여 hot plate (HP-131530-33, Thermo fisher Scientific, Boston, MA, USA)에서 증발건고시켰다. 그리고 염산용액 8~10 mL를 넣어 건고물을 충분히 녹여주고 100 mL mass flask에 증류수로 정용하여 시험용액으로 하였다. 표준용액은 한국표준과학연구원에서 구입한 표준품을 1 N HCl (Samchun Co., Seoul, Korea)로 희석하여 사용하였다. 칼슘, 아연, 철의 분석기기는 Inductively Coupled Plasma Spectrometer (ICP, TELEDYNE Leeman Labs, Hudson, NH, USA)로 실험하였다. 기기 조건은 Table 1과 같다.

분석방법 검증

본 연구에서는 칼슘, 철, 아연의 시험법을 검증하기 위해 직선성(Linearity), 정밀성(Precision) 및 회수율(Recovery)를 통한 정확성(Accuracy)을 실험하였다. 직선성은 각 표준물질을 5개의 농도로 적절히 희석하여 검량선을 작성하였고 칼슘, 철, 아연 검량선의 상관계수(R^2)가 1.000의 값으로 나타나 우수한 결과 값을 확인하였다. 정밀성을 평가하기 위해서는 국립과학연구소(National Institute of Standard and Technology, NIST)의 표준물질인 SRM-1847a (Infant/Adult Nutritional Formula)를 이용하여 칼슘, 철, 아연을 각각 6회 반복실험 하여 상대표준편차 1.8~3.56%의 결과를 확인하였다(Table 2). 정확성은 in house control로

Table 1. Analytical conditions of Inductively Coupled Plasma spectro-meter

Component	Wavelength (nm)	RF Power (W)	Nebulizer pressure (PSI)[1)]
Calcium	317.93	1200	32
Iron	259.94	1200	32
Zinc	213.86	1200	32

[1)]Pound per Square Inch

Table 2. Precision for Calcium, Iron, Zinc analysis

Component	Assigned Value (mg/kg)	Average (mg/kg)	SD (mg/kg)	RSD (%)
Calcium	5253 ± 51.00	5705.70	102.72	1.80
Iron	175.6 ± 2.90	199.19	4.03	2.02
Zinc	151.0 ± 5.60	150.05	5.34	3.56

Table 3. Accuracy for Calcium, Iron, Zinc analysis

Component	Average (%)	SD (%)	RSD (%)
Calcium	101.52	0.60	0.59
Iron	98.11	0.14	0.15
Zinc	110.09	1.87	1.70

조제분유의 칼슘, 철, 아연을 각각 3회 반복 분석하였고 칼슘 101.52%, 철 98.11%, 아연 110.09%의 회수율 결과를 얻어(Table 3) 신뢰할 만한 분석 결과를 확인하였다.

통계 분석

칼슘, 철, 아연의 분석 데이터는 SPSS ver 12.0 (SPSS inc, Chicago IL, USA)을 이용하여 통계처리하였고, 각 변수는 평균과 표준편차(mean ± SD)로 나타내었다.

Results and Discussion

영양강조표시제품의 칼슘 함량 분석 및 표시량과 분석값의 비교

영양강조표시제품 중 칼슘을 강조표시한 시리얼 3건, 과자 14건, 두유 18건, 초콜릿가공품 1건, 기타코코아가공품 2건, 당류가공품 2건, 과·채음료 1건, 고형차 1건, 총 42건의 칼슘함량을 분석하였다. 각 제품별 칼슘 함량은 시리얼 408.94 (212.30 ± 1.14 ~ 544.13 ± 1.63) mg/100 g, 과자 273.18 (95.27 ± 0.46 ~ 470.40 ± 0.09) mg/100 g, 두유 114.55 (64.07 ± 0.05 ~ 147.04 ± 7.46) mg/100 mL, 초콜릿가공품 287.70 ± 1.66 mg/100 g, 기타코코아가공품 278.35 (277.82 ± 3.70 ~ 278.88 ± 0.42) mg/100 g, 당류가공품 279.71(272.12 ± 0.29 ~ 287.29 ± 0.11) mg/100 g, 과·채음료 121.57 ± 4.94 mg/100 mL, 고형차 120.64 ± 0.90 mg/100 g이었다(Table 4). 제품별 100 g 당 칼슘함량 분석 시 시리얼제품이 가장 높에 나타났으며 Kim 등[21]과 유사한 결과를 나타내었다. 각 제품별 1회 제공량당 칼슘함량은 시리얼 122.68(63.69~163.24) mg, 과자 116.03(28.58~265.67) mg, 두유 217.21(121.74~279.37) mg, 초콜릿가공품 86.31 mg, 기타코코아가공품 47.32(47.23~47.41) mg, 당류가공품 47.55(46.26~48.84) mg, 과·채음료 218.82 mg, 고형차 16.89 mg이었다. 19~49세 성인 남녀의 칼슘 권장섭취량은 남녀 각각 800 mg/day, 700 mg/day로[22], 성인 남녀(19~49세)의 칼슘 1일 권장섭취량에 대한 1회 제공량당 칼슘비율은 남자 2.11~34.92%, 여자 2.41~39.91%였다. 각 제품을 1일 1회 섭취 시 성인 권장섭취량의 30% 이상을 충족시키는 제품의 경우 칼슘섭취에 도움을 줄 것으로 판단할 수 있지만, 반면에 1회 제공량당 칼슘함량이 낮은 제품들도 있어 칼슘섭취를 영양강조표시제품에만 의존하는 것보다는 칼슘 급원식품을 적극적으로 섭취하여 1일 권장량을 충족시켜야 할 것으로 생각된다.

칼슘이 강조표시된 제품 42건에 대한 표시량에 대한 분석값의 비율은 87~176%로 나타났다. 각 제품별 칼슘의 표시량 비율은 시리얼(3건) 120~155%, 과자(14건) 88~176%, 두유(18건) 87~148%, 초콜릿가공품(1건) 127%, 기타코코아가공품(2건) 121~129%, 당류가공품(2건) 126~133%, 과·채음료(1건) 116%, 고형차(1건) 99%였다(Table 4). 대부분 제품의 칼슘 분석값이 표시량 이상이었으나 두유 2건(87% 및 98%), 과자 2건(88% 및 89%)의 분석값이 표시량보다 낮게 나타났다. 그러나 분석값의 허용오차범위가 표시량 대비 80% 이상이므로[17] 칼슘강조표시제품은 모두 식품 등의 표시기준을 충족하였다.

한국인의 칼슘 급원식품은 멸치, 깨, 김, 우유 등으로 제한되어 있고[22], 영양성분표시 의무대상 식품이 아닌 경우에는 해당 제품을 통해 섭취할 수 있는 칼슘의 함량을 알 수 없다. 따라서 영양강조표시제품의 섭취는 소비자의 식생활을 유지하면서 미량영양소를 섭취할 수 있는 효과적인 방법이 될 수 있으나[22-23] 미량영양소 이외에 다른 영양소들이 함유되어 있으므로 다양한 급원식품을 통해서 1일 권장섭취량을 충족시키려고 노력해야 할 것이다. 그리고 영양강조표시제품의 정확한 영양정보확인을 통해 소비자들이 섭취하는 영양소의 함량을 확인 할 수 있으므로 지속적인 관리를 통해 표시함량과 실제 분석값의 차이를 줄여나가야 할 것이다.

영양강조표시제품의 철 함량 분석 및 표시량과 분석값의 비교

영양강조표시제품 중 철을 강조표시한 시리얼 1건, 과

Table 4. Analysis contents of calcium in calcium highlighting foods

Food groups	Labeled value (mg/100 g)	Analyzed value (mg/100 g)	Percent value (%)[1]
Cereal	292.22[2] (176.67~350.00)[3]	408.94 (212.30 ± 1.14 ~ 544.13 ± 1.63)	136.33 (120.00~155.00)
Snack	172.25 (105.00~303.57)	273.18 (95.27 ± 0.46 ~ 470.40 ± 0.09)	141.86 (88.00~176.00)
Soymilk	99.14 (52.63~121.05)	114.55 (64.07 ± 0.05 ~ 147.04 ± 7.46)	116.44 (87.00~148.00)
Chocolate product	226.67	287.70 ± 1.66	127.00
Other cocoa product	222.94 (216.47~229.41)	278.35 (277.82 ± 3.70 ~ 278.88 ± 0.42)	125.00 (121.00~129.00)
Sugars product	216.47	279.71 (272.12 ± 0.29 ~ 287.29 ± 0.11)	129.50 (126.00~133.00)
Beverage	105.00	121.57 ± 4.94	116.00
Tea	121.43	120.64 ± 0.90	99.00

[1](Analyzed value / Labeled value) × 100
[2]The average value of calcium in calcium highlighting foods
[3]The range of calcium in calcium highlighting foods

Table 5. Analysis contents of iron in iron highlighting foods

Food groups	Labeled value (mg/100 g)	Analyzed value (mg/100 g)	Percent value (%)[1)]
Cereal	5.07	7.53 ± 0.07	149.00
Snack	4.72[2)] (3.60~7.07)[3)]	6.30 (5.08 ± 0.09 ~ 6.96 ± 0.02)	136.71 (98.00~158.00)
Chocolate product	5.70	8.57 ± 0.10	150.00
Other cocoa product	12.65 (6.47~18.82)	13.32 (10.76 ± 0.02 ~ 15.88 ± 0.05)	125.00 (84.00~167.00)
Sugars product	3.41	4.24 (4.06 ± 0.01 ~ 4.41 ± 0.04)	124.00 (119.00~129.00)

[1)](Analyzed value / Labeled value) × 100
[2)]The average value of iron in iron highlighting foods
[3)]The range of iron in iron highlighting foods

자 7건, 초콜릿가공품 1건, 기타코코아가공품 2건, 당류가공품 2건, 총 13건의 철 함량은 시리얼 7.53 ± 0.07 mg/100 g, 과자 6.30(5.08 ± 0.09 ~ 6.96 ± 0.02) mg/100 g, 초콜릿가공품 8.57 ± 0.10 mg/100 g, 기타코코아가공품 13.32(10.76 ± 0.02~15.88 ± 0.05) mg/100 g, 당류가공품 4.24(4.06 ± 0.01 ~4.41 ± 0.04) mg/100 g으로 나타났다(Table 5). 각 제품별 1회 제공량당 철 함량은 시리얼 2.26 mg, 과자 3.18(1.95~3.83) mg, 초콜릿가공품 2.57 mg, 기타코코아가공품 2.27 (1.83~2.70) mg, 당류가공품 0.72(0.69~0.75) mg이었다. 19~49세 성인 남녀의 철 권장섭취량은 남녀 각각 10 mg/day, 14 mg/day로[22)], 철 1일 권장섭취량(19~49세)에 대한 1회 제공량당 철의 비율은 남자 7.50~38.30%, 여자 5.36~27.36%였다.

철이 강조표시된 식품 13건에 대한 표시량 비율은 84~167%로 각 제품별 표시량 비율은 시리얼(1건) 149%, 과자류(7건) 98~158%, 초콜릿가공품(1건) 150%, 기타코코아가공품(2건) 84~166%, 당류가공품(2건) 119~129%였다(Table 5). 총 13건의 철 강조표시제품은 과자 1건(98%) 및 기타코코아가공품 1건(84%)의 표시량이 분석값보다 낮았으나 분석값의 허용오차범위가 표시량 대비 80% 이상이므로 모두 식품 등의 표시기준을 충족하였다.

한편 칼슘의 과다섭취는 철의 흡수를 방해한다고 알려져 있다[13-14)]. 국민건강영양조사(2014년)[9)]에 따르면 철의 1일 권장섭취량에 대한 남녀 섭취비율은 남자 200%, 여자 143%를 충족하고 있는 반면에 칼슘의 섭취는 전반적으로 1일 권장섭취량의 68.7%수준으로 오히려 칼슘의 섭취가 부족한 상황이라는 조사결과가 있고 식품에 칼슘과 철이 같이 함유되어 있더라도 개인의 생체이용률에 따라 영양소흡수 방해작용에 차이가 있으므로[25)] 칼슘흡수에 의한 철 흡수 저해는 우려할 만한 상황은 아니라고 보인다. 그러나 업체에서 영양강조표시제품에 칼슘과 철을 함께 첨가 할 경우 칼슘과 철의 상호작용 관계를 고려하여 생산해야 할 것이다.

영양강조표시제품의 아연 함량 분석 및 표시량과 분석값의 비교

영양강조표시제품 중 아연을 강조표시한 시리얼 1건, 초콜릿가공품 1건, 기타코코아가공품 2건, 당류가공품 2건, 총 6건의 아연 함량을 분석하였다. 각 제품별 아연 함량은 시리얼 4.93 ± 0.04 mg/100 g, 초콜릿가공품 5.77 ± 0.00 mg/100 g, 기타코코아가공품 18.00(11.76 ± 0.01 ~ 24.24 ± 0.16) mg/100 g, 당류가공품 9.86(9.65 ± 0.04 ~ 10.06 ± 0.00) mg/100 g의 결과를 확인하였다(Table 6). 각 제품별 1회 제공량당 아연 함량은 시리얼 1.48 mg, 초콜릿가공품 1.73 mg, 기타코코아가공품 3.06(2~4.12) mg, 당류가공품 1.68(1.64~1.71) mg이었다. 19~49세 성인 남녀의 아연 권장섭취량은 각각 10 mg/day, 8 mg/day로[22)], 아연 1일 권장섭취량(19~49세)에 대한 1회 제공량당 비율은 남자 14.80~41.20%, 여자 18.50~51.5%로 나타나 아연 함량이 높은 제품을 과도하게 섭취하거나 여러 유형의 제품을 함께 섭취할 경우 1일 권장섭취량을 초과할 수도 있을 것으로 보인다. 아연이 강조표시된 식품 6건에 대한 표시량 비율은 98~275%로 각 제품별 표시량 비율은 시리얼(1건) 121%, 초콜릿가공품(1건) 145%, 기타코코아가공품(2건) 111~275%, 당류가공품(2건) 98~102%였다(Table 6).

총 6건의 아연강조표시제품은 모두 식품 등의 표시기준을 충족하였다. 아연 함량이 가장 높게 분석된 제품은 기타코코아가공품 24.24 ± 0.16 mg/100 g으로 분석값에 대한 표시량 비율은 275%였다. WHO/FAO(2006)[26)]에 따르면 철과 같은 무기물은 수분 또는 다른 식품의 성분과 반응하므로 손실이 발생할 수 있으며 철을 밀가루에 첨가한 경우에는 높은 온도와 습한 환경에서 3개월 이상 저장하였을 때 산화와 맛 변화를 초래하였다는 연구결과가 있다. 그래서 식품의 유통과정 중에 발생할 수 있는 영양소의 손실을 고려하여 표시함량보다 더 투입하였을 가능성을 고려해 볼 수 있다. Kim 등[21)]은 아연이 강화되어 있는 식품을 분석한 결과 표시량의 약 3배 정도의 아연이 검출된 제품이 있었다고 보고하였다. 본 연구에서도 아연의 강조표시제품 중 표시량 대비 실제분석값이 275%로 약 3배 정도였으나 해당제품의 아연의 1회 제공량은 4.12 mg으로 아연의 1일 상한섭취량인 35 mg/day을[22)] 넘는 수준은 아니었다. Sandstrom 등[27)]이 수행한 철과 아연의 흡수작용 연구에서 아연 2.6 mg에 철 5.6, 56 mg을 첨가한 물을 성인

Table 6. Analysis contents of zinc in zinc highlighting foods

Food groups	Labeled value (mg/100 g)	Analyzed value (mg/100 g)	Percent value (%)[1)]
Cereal	4.07	4.93 ± 0.04	121.00
Chocolate product	3.97	5.77 ± 0.00	145.00
Other cocoa product	9.71[2)] (8.82~10.59)[3)]	18.00 (11.76 ± 0.01 ~ 24.24 ± 0.16)	193.00 (111.00~275.00)
Sugars product	9.88	9.86 (9.65 ± 0.04 ~ 10.06 ± 0.00)	100.00 (98.00~102.00)

[1)](Analyzed value / Labeled value) × 100
[2)]The average value of zinc in zinc highlighting foods
[3)]The range of zinc in zinc highlighting foods

에게 섭취시켰을 때 철 56 mg에서 아연의 흡수가 상당히 줄어들었으나 철 함량이 5.6 mg일 경우에는 아연의 흡수에 영향을 주지 않았다고 한다. 본 연구에서 실험한 영양강조표시제품 중 철과 아연을 강조표시한 제품은 6건으로 그 중 시리얼제품에서 철 7.53 ± 0.07 mg/100 g, 아연 4.93 ± 0.04 mg/100 g으로 철과 아연의 비율이 약 1.53:1으로 가장 크게 나타났다. 그러므로 본 연구에서 분석한 철, 아연의 영양강조표시제품은 서로 흡수작용에 영향을 주지 않을 것으로 보인다. 그러나 업체에서 영양강조표시제품에 아연과 철을 함께 첨가 할 경우 상호작용을 고려하여 생산해야 할 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 2015년도 식품의약품안전처의 연구개발비(14162MFDS124)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

본 연구는 칼슘과 철 그리고 철과 아연의 상호작용과 신뢰성있는 영양정보를 제공하기 위해 영양강조표시제품 중 칼슘, 철, 아연의 함량을 분석하고 표시량과 분석값을 비교하였다. 칼슘, 철, 아연을 강조표시한 제품(시리얼, 과자, 두유, 초콜릿가공품, 기타코코아가공품, 당류가공품, 과줆채음료, 고형차) 총 42건을 수거하였으며 칼슘, 철, 아연은 무기성분의 건식분해법으로 전 처리한 후 Inductively Coupled Plasma Spectrometer (ICP)로 실험하였다. 칼슘이 강조표시된 제품 42건에 대한 표시량 비율은 87~176%이었으며, 철이 강조표시된 제품 13건에 대한 표시량 비율은 84~167%, 아연이 강조표시된 제품 6건에 대한 표시량 비율은 98~275%였다. 모든 분석값이 표시량 대비 80% 이상으로 식품 등의 표시기준을 충족하였다. 칼슘과 철의 상호작용은 한국인의 칼슘 섭취가 1일 권장량의 68.7% 수준으로 부족하므로 칼슘의 과다섭취로 인한 철의 흡수방해는 우려할 만한 상황은 아닌 것으로 보인다. 또한, 분석한 영양강조표시제품의 철과 아연의 함량 비율이 1.53:1이 최대였으므로 철의 과다섭취로 인한 아연의 흡수방해는 우려할 만한 상황은 아니었다. 그러나 업체에서는 칼슘, 철, 아연을 강조한제품을 생산할 시에 영양소의 상호작용을 고려하여 생산을 해야 할 것이고 소비자에게 정확한 영양정보를 제공하고 적정량의 영양섭취를 위해서는 지속적인 모니터링을 통해 식품표시에 대한 주기적인 관리가 필요할 것으로 생각된다.

References

1. Kim J.Y., Ahn B.I.: Effect of Consumers' Dietary Lifestyle on the Consumption Pattern of Processed Foods. *J. Korean Food Marketing*, **32**, 32-53 (2015).
2. Azadbakht L., Mirmiran P., Esmaillzadeh A., Azizi F.: Dietary diversity score and cardiovascular risk factors in Tehranian adults. *Public Health Nutr.*, **9**, 728-736 (2006).
3. Lim S.H., Kim J.B., Cho Y.S., Choi Y.M., Park H.J., Kim S.N.: National Standard Food Composition Tables provide the infrastructure for food and nutrition research according to policy and industry. *Korean J. Food & Nutr.*, **26**, 886-894 (2013).
4. MFDS. Ministry of Food and Drug Safety Notification. Appendix 1. No. 2015-20 revised; 2015. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea (2015).
5. Matkovic V., Kostial K., Simonovic I., Buzina R., Brodarec A., Nordin B.: Bone status and fracture rates in two regions of Yugoslavia. *Am J. Clin. Nutr.*, **32**, 540-549 (1979).
6. Zemel MB.: Calcium modulation of hypertension and obesity: mechanisms and implications. *J. Am Coll. Nutr.*, **20**, 428-435 (2001).
7. FSA. Expert Group on Vitamin and Minerals. Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals. Food Standards Agency, London, England, pp. 266-267,277 (2003).
8. MWH. The sixth Korea national health and nutrition examination survey [KNHANE VI-1]. Ministry of Health and Welfare. Seoul, Korea, pp. 42 (2013).
9. MWH. The sixth Korea national health and nutrition examination survey [KNHANE VI-2]. Ministry of Health and Welfare. Seoul, Korea, pp. 39-41 (2014).
10. Tala de Souza E.M., de Sousa L.M., Fernandes Arruda S., de Almeida Siqueira E.M.: Protein improves the availability of calcium and phosphorus from an alternative dietary supplement in rats. *Nutr. Res.*, **22**, 945-955 (2002).

11. Perales S., BarberáR., Lagarda M.J., Farré R.: Availability of Calcium from milk-based formulas and fruit juices containing milk and cereals estimated by in Vitro methods (solubility, dialyzability, and uptake and transport by caco-2 cells). *J. Agric. Food Chem.*, **53**, 3721-3726 (2005).
12. Larsson M., Sandberg AS.: Phytate reductions in oats during malting. *J. Food Sci.*, **57**, 994-997 (1992).
13. Monsen E.R., Cook J.D.: Food iron absorption in human subjects IV. The effects of calcium and phosphate salts on the absorption of non-heme iron. *American J. of Clinical Nutr.*, **29**, 1142-1148 (1976).
14. Hallberg L., Rossander-Hulten L., Brune M., Gleerup A.: Calcium and iron absorption: mechanism of action and nutritional importance. *European J. of Clinical Nutr.*, **46**, 317-327 (1992).
15. Margaret C., Julie A.: Micronutrients and the use of vitamin and mineral supplements during pregnancy and lactation. CLINICAL PRACTICE. *British J. of Midwifery,* **24**, 405-414 (2016).
16. National Academy Press. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board, Washington, USA, pp. 290-300 (2000).
17. Hambidge M. Human zinc deficiency. *J. Nutr.*, **130**, 1344S-1349S (2000).
18. Kim D.Y., Kim B.H., Choi H.M.: Study on the establishment of nutrient requirements for infant formula. *Korean J community Nutr.*, **1**, 28-40 (1996).
19. Kim O.K., Kim E.S.: A study on the Mineral Content of Calcium-fortified Foods in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **32**, 96-101 (2003).
20. MFDS. Food code. Ministry of Food and Drug Safety, Cheongju, Korea. http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_01.jsp (accessed Sep 2015).
21. Kim M.G., Kim Y.S., Kim Y.S., Lee S.B., Ryu K.S., Yoon M.H., Lee J.B.: A Study on the Content of Minerals in Fortified Food. *J. Food Hyg. Saf.*, **29**, 99-104 (2014).
22. The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans pp. 48, 58, 60 (2015).
23. Venkatesh Mannar M.G.: Successful food-based programmes, supplementation and fortification. *J. of Pediatric Gastroenterology & Nutr.*, **43**, 547-553 (2006).
24. Michelle B., Connie M.W.: A Call to Evaluate the Impact of Calcium-Fortified Foods and Beverages. *Nutr. today*, **41**, 40-47 (2006).
25. Susan J.: Symposium on 'Micronutrient interactions' Iron-zinc and calcium-Fe interactions in relation to Zn and Fe absorption. *Proc. Nutr. Soc.*, **54**, 465-473 (1995).
26. WHO/FAO. Guidelines on food fortification with micronutrients. World Health Organization, Geneva, Swiss/Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy pp. 97 (2006).
27. Sandstrom, B., Davidson, L., Cederblad, A. & Lonnerdal, B.: Oral iron, dietary ligands and zinc absorption. *J of Nutr.*, **115**, 411-414 (1985).