

가공식품의 영양강화 현황과 제 외국의 영양강화 정책

장 순 옥

수원대학교 생활과학대학 식품영양학과

Current Status of Nutrient Fortification in Processed Foods
and Food Fortification Policies in Other Countries

Chang(Hong), Soon-ok

Dept. of Food and Nutrition, College of Human Ecology, The University of Suwon

ABSTRACT

Nutrient fortification of processed foods with microelements is a popular practice in many countries to improve nutritional status of target population. In this study the current food fortification in Korea was evaluated and the regulations and guidelines for food fortification in other countries were presented. Most commonly added nutrients were calcium, vit. C, fiber, vit. Bs and iron. The level of fortified nutrients and the vehicle foods were variable. vit. C and fiber appeared to be overfortified in some foods and the necessity of fortification of these nutrients needs to be examined since the intakes of these elements appears to meet the RDA. Most of other nutrients such as vit. A, vit. B₁, vit. B₂, and iron were added at the level of 10~25% RDA per serving size. The vehicle foods for fortification were snacks, milk, ramyun, breakfast cereal, juices, candies and ready-to-eat retort pouch foods but not rice which is a staple food in Korea. The guideline and regulation for food fortification is required to ensure safe and proper supplementation of needed nutrients in processed foods.

KEY WORDS: food fortification, microelement supplementation, fortification policy and regulation

서 론

인체의 에너지 필요량은 현대의 편리한 교통수단의 보급 확대와 가사와 작업활동의 자동화로 인하여 지속적으로 감소되고 있다. 우리 나라의 국민 1인당 1일 평균 에너지

섭취량도 1970년의 2150kcal에서 1995년의 1878kcal로 꾸준히 감소되어 왔으며¹⁾ 이러한 추세는 앞으로도 변화하지 않을 것이다. 이와 같이 감소되는 에너지 섭취에도 불구하고 학동기 아동, 중년층의 비만인구는 크게 증가하고 있어²⁾ 국적 영양관리의 중요 과제가 되고 있으며 또 일반인들은

본 연구는 보건 의료기술개발과제(HMP-97-F-4-0016)의 일환으로 수행되었음.

저열량식을 선호하고 일부 인구 집단(젊은 여성)에서는 식이 섭취량이 지나치게 제한되기도 한다. 식생활 패턴의 이러한 추이는 미량 영양성분의 섭취량이 부족되기 쉽고 현재 우리 나라 국민 전체적으로 부족되기 쉽다고 보고되는 일부 미량 영양성분인, 칼슘, 리보플라빈, 아연, 비타민 A, 철분 등의²⁴⁾ 부족을 심화시킬 수 있겠다. 한편 미량 성분은 식품의 가공과정에서 적절히 첨가하여 손쉽게 부족증을 예방할 수 있음이 과거 선진국의 영양문제 해결 사례나 현 개발도상 국가의 영양강화 정책에서 볼 수 있다²⁵⁾. 그러나 우리 나라는 선진 외국과 달리 국가적 차원에서 강화정책이 수립되어 있지 않고 이에 관한 국가 행정차원의 관심은 거의 없는 것으로 보인다. 다행히 최근 일반 소비자들의 미량 성분에 대한 관심이 고조되면서 식품산업체는 제마다 다양한 강화식품을 개발 시판하고 있다. 또 우리 나라는 토양이 풍토병을 유발할 정도로 특정 미량 성분이 부족되지 않고 식품의 활용도 다양한 편이다. 그러나 본 연구자가 선행 논문에서 밝힌 바와 같이 현 가공식품의 영양소 강화는 과잉강화, 기능성분의 빈번한 첨가, 적절하지 못한 강화매체식품의 선택 등 개선의 소지가 있다¹⁾. 또 강화식품의 선택 기준이 되는 영양표시의 제 규정이 현재로는 미흡하여 식품산업체가 주도하는 무분별한 각종 성분의 강화로부터 소비자를 보호할 수 있도록 영양표시의 개선이 지적되었다¹⁾. 영양강화가 식품공해가 아닌 국민의 건강증진에 기여할 수 있도록 강화의 제 규정을 영양학 견지에서 합당하게 정비할 필요가 있겠다. 따라서 본 연구에서는 지난번 보고에 이어 추가적으로 조사된 영양강화 현황을 제시하고 제 외국에서의 강화 규정을 분석하여 우리 나라 영양소 강화의 문제점을 밝히고 해결해 갈 수 있는 방안을 찾아보고자 한다.

연구 방법 및 대상

1. 조사 대상

대도시 슈퍼마켓에서 시판되는 가공식품의 영양표시를 통하여 강화내용이 나타난 자료를 모두 수집하여 강화매체가 된 식품, 강화 영양소, 강화 함량, %RDA를 조사하였다. %RDA가 표시되지 않은 경우는 그 함량과 성인 남자 RDA를 자료로 %RDA를 산출 제시하였다. 조사 시기는

1996년 5월부터 1999년 3월까지였다. 본 조사에서는 건강보조식품이나 특수영양식품, 유아용 조제유 등 일반가공식품의 범주에 속하지 않는 것은 제외하였다.

2. 문헌 조사

강화에 관한 제 규정은 학술지, 보고서, 법규집 등을 통하여, 또 최신 정보는 Internet을 이용하였다^{26,27)}. 우리 나라 법규는 선행 보고에 제시하였다¹⁾.

결과 및 고찰

1. 영양성분의 강화 현황과 그 분석

강화의 빈도가 높은 영양소 중 칼슘강화 현황은 전 보고에 나타나 있으며 본 연구 보고에는 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 C, 섬유소, 철분의 첨가, 함유, 보충, 강화 등의 표시로 이들 성분이 보강된 식품과 그 표시 함량을 표 1~6에 나타내었다.

1) 비타민 B₁

표 1에서 나타난 바와 같이 과자류는 0.15~0.28mg/100g(25% 아동 RDA), 우유는 0.06mg/100ml(10% RDA), 시리얼류는 0.31~0.38mg/1인분당(25~30% 성인 RDA), C박스는 12g당 0.9mg(64% RDA) 수준으로 보충되어 있었다. 비타민 B₁이 주로 강화된 식품은 밀가루 가공식품과 일부

표 1. 우리 나라 비타민 B₁ 강화식품과 강화함량

식품군	상품명	제조 판매회사	표시함량 (mg/g, ml)	비고(% RDA)
우유	양광어린이우유	서울우유	0.06/100	10(1200kcal 기준)
두유	아기두유	삼 욱	0.12/200	30(6~11개월 기준)
	베지밀버나나맛	정식품	0.24/200	18
과자류	조리풍	크라온제과	0.28/100	20
	뉴트리그레인	켈로그	0.375/37	28
	베베	오리온	0.16/100	26
	계란과자	해 태	0.5/100	55
	도리도리	롯데	0.15/100	25(1~3세 기준)
사탕류	C박스	롯데	0.9/12	64
시리얼	콘후레이크	Post	0.32/40	25
	코코볼	Post	0.32/40	25
	콘푸로스트	켈로그	1.6/100	125

아동용 우유, 두유 등으로 제한되어 있고 강화의 정도도 적당한 수준이라 볼 수 있겠다. C박스는 사탕류로 분류되지만 일반의약품인 비타민 보충제에 유사한 수준의 비타민 Bs와 비타민 C를 함유하고 있다. 우리 나라의 식생활이 많이 향상되었지만 여전히 고정된 곡류인 백미의 의존도가 높고 탄수화물에서 총 에너지의 60~70%를 얻고 있는 만큼 일반인에게 비타민 B₁의 확보는 대단히 중요하다. 현 우리 나라 1인 1일 평균 섭취량은 RDA의 109%이나 권장량의 75% 미만을 섭취하는 가구가 21.8%에 이른다¹¹. 특히 상습적으로 과다하게 음주하는 사람이 많아 각기증세 등의 뚜렷한 임상증세를 나타내는 경우는 드물지만 경계결핍(marginal deficiency)상태는 예상되어⁴ 이 영양소의 강화는 바람직하다고 볼 수 있다.

2) 비타민 B₂

비타민 B₂는 비타민 B₁과 마찬가지로 C박스를 제외하고는 1인분당 약 25% 내외의 RDA를 제공하는 수준으로 강화되어 있다고 평가할 수 있다(표 2). 즉, 일반 과자류는 0.15~0.5mg/100g(20~45% RDA), 두유류는 0.14~0.28mg/1인분당(17~28% RDA), 시리얼류는 0.38mg/40g(25% RDA), C박스는 1.1mg/12g(69% RDA)의 리보플라빈을 함유하고 있었다.

국민영양조사 보고서에 의하면 리보플라빈은 그 섭취량이 꾸준히 증가되어 70년대의 0.8mg/일에서 80년대에는 1.0~1.2mg/일 수준으로 증가되었고 우유 급식의 효과가 특히 이 영양소에서 나타나는 것으로 보고되었다¹⁴. 그러나

표 2 우리 나라 비타민 B₂ 강화식품과 강화함량

식품군	상품명	제조 판매회사	표시함량 (mg/g, ml)	비고(% RDA)
두유	아기두유	삼육	0.14/200	28(1~11개월 기준)
	베지밀바나나맛	정식품	0.28/200	17
과자류	조리퐁	크라운제과	0.32/100	20
	뉴트리그레인	켈로그	0.42/37	26
	베베	오리온	0.15/100	21
	계란과자	해태	0.5/100	45
	도리도리	롯데	0.2/100	28(1~3세 기준)
사탕류	C박스	롯데	1.1/12	69
시리얼	콘후레이크	Post	0.38/40	25
	코코볼	Post	0.38/40	25
	콘푸로스트	켈로그	1.0/100	62

우리 나라에서 아직도 부족되는 영양성분 중의 한 가지로 리보플라빈이 지목되며 구각염, 구각혼으로 판정한 부족 대상자나 적혈구의 glutathion reductase(EGR) 활성계수 1.20 이상인 사람들이 조사 대상자의 27~30% 수준으로 나타나고 있다¹⁸. 따라서 리보플라빈은 국민 다수의 부족 영양성분으로 강화의 대상이라 볼 수 있겠다.

3) 비타민 A

비타민 A는 지용성 retinol과 β-carotene이 영양강화와 착색효과로 마가린, 우유 및 시리얼류에 강화되어 있으며 기타 식품에는 거의 나타나 있지 않다(표 3). 그 함량 범위는 시리얼류는 175μg(RE)/1인분량(25% RDA)에서 마가린(1800RE/100g)(257% RDA) 수준으로 나타나 있다. 마가린은 1인분량이 10g 수준으로 본다면 시리얼류와 마찬가지로 25% RDA 정도로 강화되었다고 볼 수 있겠다. 동남아시아 여러 나라들의 비타민 A 결핍증의 만연과는 달리 우리 나라에서는 비타민 A의 섭취가 국민 1인 1일당 411RE, 권장량 대비 62% 수준으로 만족스런 수준은 아니지만 결핍증세의 만연 등의 문제점은 없다고 본다⁴. 섭취량의 분석에 적용되는 data인 식품성분표(농촌진흥청)에 나타난 식품들의 retinol과 β-carotene의 함량 분석이 대단히 미흡하여 실 섭취량보다 국민영양조사 보고서 자료들은 과소 평가되었다고 볼 수 있다.

표 3 우리 나라 비타민 A 강화식품과 강화함량

식품군	상품명	제조 판매회사	표시함량 (μg, RE/g, ml)	비고(% RDA)
우유	양평어린이우유	서울우유	200/100	17(1200kcal 기준)
	저지방우유	서울우유	90/100	(12)
두유	아기두유	삼육	140/200	40(5~11개월 기준)
	베지밀바나나맛	정식품	140/200	20
과자류	뉴트리그레인	켈로그	225/37	32
	마가린	식물성 마가린	오뚜기	1800/100
시리얼	데니스식물성마가린	데니스	1800/100	257
	콘후레이크	켈로그	175/40	25
시리얼	코코볼	Post	175/40	25
	콘푸로스트	Post	437/100	62

비고란의 % RDA는 상품 자체에 표시된 값이고 () 안의 % RDA는 성인 남자를 기준으로 계산한 값임.

4) 비타민 C

표 4에 나타난 바와 같이 비타민 C는 다양한 식품군에

적게는 5.5mg/200ml (10% RDA) 으로부터 많게는 1.25g/25g (2272% RDA) 의 수준으로 강화되었고, 1인분당 100% RDA 수준을 보충한 주스류, 요구르트류도 상당수 있었다. 강화된 식품의 부류는 다양하였으며 주로 주스류, 그 다음으로 요구르트류에 가장 폭넓게 첨가되었고 절임류 식품, 일부 주스, 통조림, 사탕, 껌 등에서는 그 함량 표시가 나타나 있지 않았다. 비타민 C는 수용성이 높고, 산화에 약하며 가공 중에 용해(leaching)로 인한 손실로 가공식품, 특히 과일주스류에는 일반적으로 보충되어 있다. 주스류에는 영양강화 목적으로 첨가되지만 많은 경우에 영양소 강화의 목적 외에 첨가물로 이용되어 왔다. 즉, 항산화제나, 통조림 과일·채소류의 갈변 방지, 산성화, 고기의 숙성과 발효식품의 허연 막(haze) 형성 방지 등의 목적으로 상당량이 첨가되어 있다. 우리 나라 소시지, 햄류 등의 가공공정에서도 ascorbic acid가 첨가되어 원료 및 첨가물에는 제시되나 이들 식품은 영양표시가 되고 있지 않아 표 4에는 나타나지 않았다.

우리 나라의 국민영양조사 보고서에 의하면 비타민 C 섭취량은 항상 영양권장량(RDA)을 훨씬 상회하는 국민 1인/일당 평균 93.5mg(177% RDA, 1996년)이며 125% RDA 이상 섭취가구가 63.9%에 이른다. RDA의 설정도 일부 국가들에 비교하여 높게 책정되어 있어 사실상 비타민 C를 강화가 필요한 영양성분으로 보기는 어렵다. 단지 비타민 C가 항산화제(antioxidant)로 생체의 산화로 발생될 수 있는 각종 만성질환과 노화의 예방이나 일상적인 피로회복, 활력보강 등에 효과가 있다는 최근의 일부 연구들에 의해 영양성분으로의 가능성을 초월한 생리적 활성을 기대하게 되어 비타민 C 강화식품이 일반인의 관심의 대상이 되고 있다. 최근에 발표된 몇몇 보고의 결과는 이들을 적극적으로 강화할 만한 배경이 되지 못하고 있으며 과도한 섭취는 오히려 발암촉진적(procarcinogenic) 역할을 할 수도 있다는 일부 보고도¹⁹⁾ 있는 만큼 높은 함량의 비타민 C 강화가 다양한 식품군에 확산되는 것은 바람직하지 않다고 본다. 단 노년층, 도시 저소득층 등 과일이나 생채소류의 섭취량이 낮은 일부계층과²⁰⁾ 흡연으로 인한 요구량이 증대될 것으로²¹⁾ 보이는 사람들을 위한 비타민 C 강화를 일부 식품에 한정하여 하도록 배려할 수 있겠다.

표 4. 우리 나라 비타민 C 강화식품과 강화함량

식품군	상품명	제조 판매회사	표시함량 (mg/g, ml)	비고(% RDA)
두유	아기두유	삼 욱	16/200	46
	베지밀유스	정식품	75/200	15
	베지밀인편트	정식품	16/200	45.7만 2세기준
	베지밀소이	정식품	16/200	32
요구르트	한국아쿠르트마짜니	한국아쿠르트	30/100	55
	이오요구르트	남양유업	235/100	42
	아쿠르트에이스	한국아쿠르트	235/100	(42)
	요델리퀀알로에	서울유유	14/100	(28)
	매일지지(포도)	매일유업	52/100	(94)
	매일지지(포레인)	매일유업	53/100	(95)
	매일지지(사과)	매일유업	54/100	(95)
	매일요구르트	매일유업	12/65	(21)
	로히트플러스3	파스퇴르	50/100	(90)
	엘리트요고요고사과	해태유업	60/150	(109)
요고요고엔투피아당근	해태유업	60/150	(109)	
매일BA요구르트	매일유업	23/95	(41)	
주스류	아기밀베이버 이온의샘	일동유디스	10/100	25(40mg기준)
	아기밀베이버주스A	일동유디스	30/120	75(40mg기준)
	아기밀베이버주스B	일동유디스	25/120	62.5(40mg기준)
	아기밀오렌지, 배	일동유디스	30/120	75(40mg기준)
	아기밀적포도, 배	일동유디스	25/120	62.5(40mg기준)
	아기밀사과, 당근	일동유디스	25/120	62.5(40mg기준)
	아기밀사과, 배	일동유디스	25/120	62.5(40mg기준)
	베이버주스올브랜드	매일유업	40/100	100(40mg기준)
	델몬트헬스오렌지	롯데칠성음료	130/200	(236)
	돌리시다	롯데칠성음료	10/200	16
	Live사과	서울유유	30/200	(54)
	Live오렌지	서울유유	30/200	(54)
	Live포도	서울유유	24/200	(43)
	레모니아	LG	286/100	(520)
당근농장	가 야	-	비타민 C 함유	
토마토농장	가 야	-	비타민 C 함유	
감쪽이소다	해태음료	-	비타민 C 함유	
모닝벨	해태음료	60/200	100	
아침에주스	서울유유	33/100	60	
서주바바오애플	서주산업	-	비타민 C 함유	
미에로화이버후레쉬	현대약품	-	비타민 C 함유	
카로에프	현대약품	-	비타민 함유	
리면류	CAD리면	농 식	25/110	(45)
과자류	조리품	크라온	389/100	(70)
	이크립스	롯데제과	30/100	(54)
	헬싱	롯데제과	52/36	(9)
사탕류	과일맛캔디	제주농연	144/봉지	(261)
	채리맛캔디	KUSS	50/봉지	(90)
	실버이아 Lemon	롯데제과	538/18	(978)
	C박스	롯데	1250/12	2272
껌류	프리미엄	롯데	15/33	(27)
	스카시	롯데	10/28	(18)
	스위티	롯데	10/28	(18)
통조림	간포도	생 표	-	비타민 C 강화
절임류	치차단무지	오케이식품	-	비타민 C 기본
	치차오이지	오케이식품	-	비타민 C 기본
시리얼	켈로그올브랜	켈로그	34/40	61
	포스트올브랜	켈로그	13.75/40	25
	컴씨리얼	켈로그	103/30	18
	후르트리ங	켈로그	55/40	100
	콘후레이크	Post	138/40	25
	첵스아몬드	퓨리나코리아	138/40	41
	코코볼	Post	138/40	25
	콘푸로스트	켈로그	34/100	62
	아몬드후레이크	켈로그	13.7/40	25

비고란의 % RDA는 상품자체에 표시된 값이고
() 안의 % RDA는 성인 남자를 기준으로 계산한 값임

5) 철분

철분의 강화는 씨리얼 제품과 요구르트, 일부 스낵식품류에 나타나 있었다. 강화 내용은 표 5에 나타나 있다. 첨가 함량은 앙팡요구르트 0.2mg/100g(권장량의 1.7%)에서 밀맥스(삼양사, 밀가루) 6.1mg/100g(성인남자의 50% RDA 수준)으로 분포되어 있으며 밀가루의 1회 섭취분량을 고려한다면 다른 영양성분에 비교하여 상당히 낮은 수준으로 보충되어 있다. 우리 나라 국민 1인당 철분 섭취량은 1987년 이후 안정된 값인 22.4mg으로 성인 1인 섭취량은 17.3mg으로 또 RDA 125% 이상 섭취가구가 73.2%로 보고 되어 대부분의 사람들이 권장량을 상회하는 수준으로 섭취하는 것으로 볼 수 있으나⁴⁴⁾ 빈혈의 빈도는 이러한 섭취량을 뒷받침하지 않는다. 즉 빈혈 판정척도로 WHO가 제시한 Hb를 사용한 경우 남자는 13g/d 이하가 38.8%, 여자는 12g/d 이하가 29.8%나 되었다²⁾. 철분의 저장 척도인 ferritin을 기준으로 보았을 때 40~50%의 조사 대상자가

표 5. 우리나라 철분 강화식품과 강화함량

식품군	상품명	제조 판매회사	표시함량 (mg/g)	비교(% RDA)
우유	앙팡우유	서울우유	0.8/100	8
두유	베지밀유스	정식품	1.8/200	15
	베지밀인펀트	정식품	3/200	30
	아기두유	삼육	3/200	30
	베지밀바나나맛	정식품	3.6/200	30
요구르트	앙팡요구르트	서울우유	0.2/100	1.7
	이오요구르트	남양유업	0.7/100	5
	에이스	한국아쿠르트	5.0/100	(41)
주스류	아기밀베이버주스	일동후디스	2/120	20
	카로에프	현대약품	-	젓산철
과자류	도리도리	롯데	1.8/100	18
	베베	오리온	1.5/100	15
	바나나킥	농심	2/50	(16)
	뉴트리그레인	켈로그	1.8/37	15
	시리얼	큰후레이크	켈로그	4.5/100
시리얼	큰푸로스트	켈로그	3/100	25
	코코팍스	켈로그	7.5/100	62
	현미후레이크	켈로그	1.8/100	15
	아몬드후레이크	켈로그	3/100	25
	큰후레이크	Post	2.44/40	20
	코코볼	Post	1.64/40	14
	밀가루	밀맥스	삼양사	6.1/100
영양식품	영웅젤리	대웅식품	0.7/140	(5)

비교란의 % RDA는 상품자체에 표시된 값이고 () 안의 % RDA는 성인 남자를 기준으로 계산한 값임

철분 부족증을 보였다²⁴⁾. 이와 같이 상반된 data의 원인으로는 식품, 특히 쌀의 철분 분석치가 높게 산정되어 있거나⁴⁴⁾, 빈혈의 척도가 적절히 선택되지 못했거나, 아니면 섭취된 식품의 철분 생체이용률(bioavailability)이 낮아 그 효용성에 문제가 있거나, 일상 식사구성에서 철분 흡수를 저해하는 인자들이 많았는지 등의 여러 원인을 생각해 볼 수 있겠다.

현재 밝혀진 바로는 과거 식품성분 분석치(농촌진흥청) 중 쌀등의 일부 식품의 철분함량이 약 30% 정도 과대평가(overestimated) (권혁희, workshop 발표)되었다는 점과 우리 식사의 식품구성이 식물성 식품 위주로 되어 과도한 섬유질 섭취는 철분의 이용을 저해할 수 있다고 볼 수 있다. 그러나 현재의 자료만으로 철분의 강화를 국가적으로 받아들이기는 어렵다고 본다. 선진국에서는 조제유를 제외한 식품의 철분의 보강에 대해서는 아직도 논란이 그치지 않고 있다⁸⁹⁾. 한편 많은 동남아를 비롯한 개발도상에 있는 나라들에서 철분의 보강으로 빈혈의 발생을 예방, 치료한 사례보고는 많다²⁶⁾. 철분 강화의 문제점은 어떤 강화제를 사용하여야 착색, 맛의 변화 등 식품 품질의 손상을 줄일 수 있으며 철분의 이용률을 증대시킬 수 있을까에 있다⁷⁾.

6) 섬유소

가공식품의 섬유소 첨가는 최근 증대하고 있으며 섬유소 음료 등의 특수영양식품의 활용도 젊은 여성을 중심으로 한 일부 계층에서는 증가되고 있다. 최근 스낵식품, 라면, 우유 및 유가공품에 적게는 45mg/100ml에서 많게는 4g/1인분 수준으로 강화되어 있고, 특수영양식품인 시리얼, 화이브미니 등에는 5g/100ml 수준으로 보강되어 있다(표 6).

섬유소의 섭취가 만성퇴행성 질환의 발병에 관련되어 있으며 발병 후 관리에서도, 특히 당뇨병, 섬유소의 효용성이 강조되고 있다. 이는 정제된 고칼로리 식품을 섭취하는 서구형 식사 양상에서 볼 수 있는 현상으로 계층에 따라 차이가 있으나 우리 나라는 아직도 식물성 식품에 대한 의존도가 높으며 그 정도는 생활 수준이 낮을수록 심하여 섬유소 섭취량이 부족하다고 보기는 어렵다. 국민 전체적으로 양질의 단백질과 지질의 섭취가 장려되어야 할 인구 집단이 더 많을 것으로 보여 과연 섬유소의 일반적 강화가 필요한가는 검토할 필요가 있다. 현재 조섬유소 섭취량이 7.1g/1인 1일(1994)이고 그 섭취량이 약간 증가 추세

표 6 우리 나라 섬유소 강화식품과 강화함량

식품군	상품명	제조 판매회사	표시함량 (g/g)	비고
요구르트	알로에뷰티	남양유업	4/100	
	비피더스	해태유업	1/100	
	칸	서울우유	3/150	
	메치니코프	한국아쿠르트	3/150	
	닥터캡슐	빙그레	2/140	
	요고요고	해태유업	3/150	
	오델리퀀알로에뷰티	서울우유	1/100	
	플러스알로에	MD코리아푸드	2/140	
	한국아쿠르트 마쭈니	한국아쿠르트	2/100	
유제품	치즈피아라이트	매일유업	7/90	
섬유음료	화이브미니	동아오츠카	5/100	
	화이브미니+	동아오츠카	5/100	
과자류	양파깡	농심	15/50	
	금수수풍	크라온	2/100	

(1993년의 6.9g/1일 1인)에 있으며 권장수준(10g/100cal)에 미치지 못한다고 하나 이 역시 우리 나라 식품에 대한 섬유질의 성분 분석이 제대로 수행되지 못하여 신뢰할 만한 통계치로 보기는 어렵다. 섬유소의 부족으로 인한 특성적 결핍 증세가 없는 만큼 지금까지 시행된 각국의 강화정책에서 섬유소에 관한 항목은 찾아볼 수 없었다.

2. 제 외국의 영양소 강화 규정과 그 시행의 비교

1) 일본

영양성분의 '강화, 첨가, 보강, 증강' 등 영양성분을 자연식품 이상으로 보급할 수 있다고 표시할 경우는 영양성분표에 이를 나타내야 하는데 표시허용 대상 영양소는 비타민 A, 비타민 B₁, 비타민 B₂, 비타민 C, 비타민 D, calcium, 철, L-lysine으로 되어 있으며, 강화영양소의 매체가 될 수 있는 식품은 Codex에서 지정한 대로 일상에서 주로 섭취 되는 사용빈도가 높은 식품들로서 구체적 항목은 쌀, 납작 보리, 식빵, 삶은 면, 건면(마카로니, 스파게티 포함), 즉석면, 된장, 마가린, 어육햄, 소시지 등이다. 그 함량에 대해서는 표 7에 나타내었다. 그 표시에 있어서는 비타민 B₁, 비타민 B₂는 mg단위에서 소수점 1자리, 칼슘, L-lysine은 mg단위에서 10자리의 정수치로, 비타민 A는 IU로 100자리의 정수치로 함유량을 나타내고 서술적 표시의 경우는 비타민 A 첨가식품에서 1회분량이 성인 1일 소요량(2500IU)

의 1/3의 비타민 A를 공급할 수 있다'와 같이 구체적 기록을 요구하고 있다. 쌀의 경우 소맥분, 면류에 비교하여 약 200배 정도의 높은 함량을 나타낸 것은 고농도로 강화시킨 쌀을 일반미의 0.5% 수준으로 혼합하여 사용하기 때문이다. 강화미는 리보플라빈으로 인하여 황색을 띄게 되지만 일반인들이 이 색상이 영양성분의 강화를 의미한다는 것을 인지하기 때문에 수용도에 악영향을 미치지 않는 것으로 나타났다⁴⁾.

표 7. 일본의 강화매개체식품, 강화영양소 및 함유기준*

종목	영양소	100g 중 함유기준
쌀	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 100~150mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 50~100mg
압맥	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 12~1.8mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 12~1.8mg
소맥분	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 0.5~0.8mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 0.3~0.5mg
	칼슘 L-lysine	칼슘 150~300mg L-lysine 150mg
식빵	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 0.3~0.5mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 0.2~0.4mg
	칼슘 L-lysine	칼슘 100~200mg L-lysine 100mg
삶은면	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 0.2~0.4mg
	L-lysine	L-lysine 50mg
건면 (마카로니, 스파게티 포함)	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 0.5~0.8mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 0.5~0.8mg
	칼슘 L-lysine	칼슘 150~300mg L-lysine 150mg
즉석면	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 0.5~0.8mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 0.5~0.8mg
	칼슘 L-lysine	칼슘 150~300mg L-lysine 150mg
된장	비타민 A	비타민 A 1,500~3,000 IU
	비타민 B ₁	비타민 B ₁ 12~1.8mg
	비타민 B ₂	비타민 B ₂ 1.5~2.3mg
	칼슘	칼슘 300~600mg
마가린	비타민 A	비타민 A 4,500~60,000 IU
어육햄, 소시지	비타민 A	비타민 A 2,000~4,000 IU
	칼슘	칼슘 200~400mg

*한국식품공업협회, 한국식품연구소, 가공식품의 영양성분 표시 연구, 1993

2) 미국

영양결핍증의 치유책으로 미국 정부가 1940년 밀가루에 대한 강화 규격을 결정하면서 영양강화가 시작되었고 이

미 반세기를 지나고 있다. 곡류를 중심으로 즉, 빵류, 파스타, 옥수수가루, 곡류의 거친가루 (grits), 쌀 등에 수용성 비타민과 철분 및 일부 무기질의 강화가 허용되어 왔고 그 함량의 규정을 표 8에서 볼 수 있다. 엽산의 경우는 1998년 1월 1일부터 곡류가공품에 0.42mg~1.4mg/Lb 또는 95 μ g~300 μ g/100g 제품이 허용되었다. 임신기의 엽산 결핍으로 인한 신경관 결함(neural tube defect) 예방 목적으로 강화의 수준을 140 μ g/100g 곡류제품을 수용하여 1일 권장량 400 μ g의 30% 수준으로 제한하고 있다. 철분의 강화에 대하여는 조제유를 제외한 일반식품에서는 논란의 대상이 되어 왔고 특히 의사들은 강력히 반대하는 입장을 표명하였는데 이는 혈색소 침착증(hemochromatosis)인 사람에 대한 우려와 미생물 감염시 저항력 저하 때문이다. 미국의 국민영양조사인 NHANES 1970년 자료에서도 철분의 결핍이 여전하여 철분 강화의 기술적 문제를 재검토하도록 요청되었으며 1983년에는 20mg/Lb 수준으로 철분 강화가 결정되었다. 현재 미국의 시리얼 제품 빵, 파스타, 각종 베이커리, 쌀, 특히 아침식사용(breakfast cereal)이 주 강화매체로 이들을 통하여 강화되는 영양성분인 비타민들과 철분 등이 총 영양소 섭취량의 약 25% 수준을 공급하는 것으로 평가하고 있다. 표 8에 나타난 캐나다의 규정도 엽산의 경우를 제외하고는 미국의 강화 수준과 유사하다. 미국은 엽산의 강화를 의무화 했을 뿐만 아니라 그 수준도 캐나다의 2~3배에 해당하는 것으로 나타났다.

이 외에 강화가 이루어지는 영양소와 그 매체는 요오드의 경우는 식탁염에 강화가 되고 있으며 불소의 경우는 수돗물에 첨가되어 미국인의 62% 정도가 이 혜택을 받고

표 8. 곡류와 그 가공품의 영양소 강화 표준

영양소	미국의 규정(mg/pound)*	캐나다의 규정(mg/kg)**
비타민 A	optional	-
비타민 B ₁	29	44~77
리보플라빈	1.8	27~48
나이아신	240	35~64
비타민 B ₆	none	25~31(voluntary)
Folic acid	0.42~1.4	0.4~0.5(voluntary)
철분	20.0	29~43
칼슘	optional	1100~1400(voluntary)
마그네슘	none	1500~1900(voluntary)
아연	none	-

*Mez, W. Food fortification in the United States. Nutr. Rev. 55(2):44-49, 1997.

**FAO/UN. Food fortification: Technology and quality control. FAO, 1996.

있다고 보고된다. 비타민 A는 1000IU/Lb 수준으로 주로 마가린에 강화되는데 그 2/3는 retinol, 1/3은 β -carotene으로 하고 있으며 비타민 D는 우유에 400IU/Quart, 마가린에 20000IU/Lb를 강화하도록 규정되어 있다⁸⁾.

3) 기타 선진국가

유럽(프랑스, 네덜란드, 노르웨이, 핀란드)은 실제 강화식품은 증가하고 있으나 식품에 미량영양성분을 첨가하는데 제한규제가 있으며 비타민 A, 비타민 D, 요오드(I) 강화 등이 시행되고 있으며 프랑스는 가공과정에서 손실된 비타민을 보강하는 정도는 자연식품에 존재하는 양의 60~200% 수준으로 제한하고 있다. 북미 나라들은 식품강화를 긍정적으로 받아들여 RDA가 만족되지 않는 많은 영양성분에 광범위한 강화를 시행하고 있으며 남미 여러 나라도 북미와 동일한 수준의 강화를 주식이 되는 밀가루, 옥수수 등에 실시하고 있다⁹⁾. 선진국에서는 영양강화가 식품의 관측도구로 활용될 가능성 때문에 강화의 규제에 더 많은 관심을 갖고 있다. 강화의 기술적 문제는 현재 많은 문제점이 해결되어진 상태이다. 반면 개발도상국들은 영양강화의 효과가 다른 어떤 영양증제 활동보다 이점이 더 큰 것으로 나타나 국가적 차원에서 결핍집단 파악, 강화영양소와 강화 수준, 강화매체, 적절한 강화제, 강화의 기술적 과정이 잘 조정 결정되어야 소기의 목적을 달성할 수 있으리라 본다.

3. 영양소 강화의 제도화를 위해 필요한 기초자료

1) 강화영양소 설정

특정 개별 영양소 강화를 시행하기 위해서는 국민 전체적으로 또는 인구 집단의 그 영양소에 대한 결핍 내지는 부족의 자료가 확보되어야 한다. 보편적 식생활 개선인 다양한 식품의 섭취등을 통하여는 쉽게 그 부족이 해결되지 못할 것이라는 근거의 확보가 필요하다. 현재 국민 영양상태의 평가자료로 널리 활용되는 것으로 국민영양조사 보고서를 꼽을 수 있겠으며 개개 연구자의 특정 집단에 대한 자료들도 상당히 많은 만큼 이를 종합하여 국민 전체적으로 부족이 우려되고 현재의 식생활로는 쉽게 충족시킬 수 없는 영양성분을 결정하여야 한다. 국민영양조사 보고서나 영양실태조사를 통해 일반적으로 부족된 영양소로

지적된 성분들로는 칼슘, 철분, 비타민 A, 리보플라빈, 아연 등을 들 수 있겠고 식품영양학 전문가들이 강화될 영양성분으로 선택한 것 역시 칼슘, 철분, 섬유소, 비타민 A, 리보플라빈, 아연의 순으로 나타났다⁹⁾. 그러나 현재로는 국민적 부족 영양성분에 대하여 전문가들이 확신을 가지고 제시할 수 없는데 그 이유는 ① 식이섭취 조사 결과에 대한 신뢰성 부족 ② 일상식품, 특히 가공식품의 영양성분 분석 자료 미비 ③ 미량영양성분의 보충제 섭취현황 자료 부족 ④ 생화학적 영양평가 방법의 표준화 결여와 국민 대표 집단을 대상으로 한 평가자료의 부족 등을 들 수 있겠다.

2) 영양소 강화의 매개체 선정

강화 매체식품의 선택이 중요한데 대부분의 사람이 연중 거의 동일한 양을 소모하는 식품이 최우선 선택 대상이 되며 중앙집중식 강화과정을 엄격히 관리할 수 있는 식품이어야 한다. 또한 특정 영양소의 강화로 인하여 식품의 맛과 품질에 손상을 받지 않아야 한다. 앞서의 현황 분석에서 본 바와 같이 우리 나라의 강화식품군은 아침식사용 시리얼(breakfast cereal), 스낵류, 우유, 주스, 껌 등 일상주식으로 이용되는 식품이라 보기는 어려운 식품이 대부분이다. 식생활이 비교적 우리와 유사한 일본은 표 9에서 보는 바와 같이 일상식(staple foods)을 강화매체로 설정하였다. 미국은 밀가루나 쌀, 옥수수가루 등 곡류 및 그 가공식품과 분유 등이 주 매개체로 정해졌고 지용성 비타민류는 마가린, 치즈, 우유 등을 선정하고 있다. 각 국에서 영양성분에 따라 강화매체로 이용하는 식품의 사례를 표 9에 제시하였다.

우리 나라에서 최우선적으로 고려될 수 있는 매체는 연간 소비량이 가장 많고 누구나 거의 동일한 양을 소모한다고 볼 수 있는 쌀이겠으나 그 강화 공정과 품질의 관리에 대하여 국내 기술개발이나 연구가 부족한 형편이다. 일본, 동남아에서 개발된 방법들로는 parboiling 후 강화영양성분들의 premix를 입히는 방식으로 수세하면 대부분이 소실되는 단점이 있으며 이를 개선하여 도정 후 premix를 입히고 그 위에 불용성의 물질로 coating하는 방법이 개발되었다²⁰⁾. 이렇게 강화된 쌀을 일반 도정된 쌀의 0.5% 수준으로 혼합하여 강화 영양성분을 공급한다²¹⁾. 쌀가루에 premix를 혼합한 후 인조 쌀을 만드는 방법도 있으나 쌀을 주식

표 9. 영양소 강화의 매개체 식품과 강화 영양소*

매개체 식품	강화 영양소
분유(powdered milk)	철분
우유와 유가공품(치즈, 버터)	비타민 A, 비타민 D, 칼슘
아이스크림, 요구르트	요오드(독일)
마가린	비타민 A & 비타민 D
기름(식용유)	비타민 A
소금	요오드, 철분
MSG(Monosodiumglutamate)	비타민 A(필리핀, 인도네시아)
설탕	철분
Sauces(soy & fish)	비타민 A & 철분
Tea	비타민 A
과일주스와 음료	철분, 비타민 A
조식용 음료분말(powdered breakfast drink)	철분, 비타민 A, 비타민 C
음료	Ca, Mg, P
영양비스킷	각종 영양성분
곡류와 그 가공품	비타민 B ₆ , 비타민 A, 엽산, 철분, 칼슘

*FAO/UN Food fortification Technology and quality control, FAO, 1986.

으로 하는 동양권에서는 그 수용도가 낮아 실용성이 없다.

밀가루를 활용한 각종 면류, 과자류, 빵류 등의 소비량은 계속 증가 추세에 있으며, 국민 1인당 소비량은 연간 34.5kg(1995)으로 보고되어²⁰⁾ 브라질의 소비량(1인 81.75g/일)에 이르고 연령이 낮을수록 밀가루 가공식품의 섭취량은 증대되어 쌀 다음으로 중요한 주 식품이 될 수 있겠다. 앞서 언급한 바와 같이 '대부분의 사람이 연중 거의 동일한 양을 소모'라는 조건에는 맞지 않지만 다수의 사람이 즐겨 먹을 수 있고 저렴한 면류, 특히 라면이 강화의 매체로 활용될 수 있다고 보며 미량 영양소의 공급원으로 밀가루의 강화를 정책적 방안으로 고려해 볼 만하다. 강화의 수준은 강화되어야 할 영양소를 설정한 후 국제적 규격에 따라 정할 수 있겠다. 밀가루의 강화 공정은 미국을 중심으로 오랜 경험에 따른 표준방법의 개발, 기계류 개발, 강화 영양소들의 premix의 생산 등이 표준화되어 중남미를 비롯한 각국에 기술 보급과 각종 자료의 공급 등이 원활히 되고 있다고 보고되었다²¹⁾. 이 점에서 쌀보다는 강화의 공정이 용이하겠고 수세로 인한 손실 등의 문제점도 해소될 수 있겠다.

3) 강화에 필요한 기술개발과 강화식품의 품질 평가(Quality Evaluation)

강화영양소의 첨가가 적절한 형태(compound)로 이루어져야 생리적 활성을 높일 수 있고 저장시 안정된 형태로

보존되어 손실이 없으며 다른 영양소의 이용을 제한하거나 불균형을 초래하지 않게 된다. 철분의 경우 $FeSO_4$ 보다 흡수율은 떨어지지만 $NaFeEDTA$ 는 철분 첨가에 따르는 침전물의 생성을 일으키지 않아 활용성이 높다고 평가된다. 보관 방법, 가공 공정의 온도에 따른 영양소 손실문제, 보관 중 손실 예방을 위한 포장 방법과 재질, microwave 조사에 따른 손실 등을 연구하여야 하며 또 강화공정을 거친 식품의 영양소 함량, 품질, 수용도 등의 평가도 필요하다.

4) 영양소 강화를 통한 영양증대 활동의 효과 평가

영양소 강화가 필요한 집단에서 강화식품을 섭취한 후의 영양상태가 향상되고 있는지 monitor하여야 하며 그 결과를 영양학자들이 평가하여 강화정책에 반영시켜야 한다. 이를 위해서는 대규모의 대상자를 평가할 수 있는 표준 방법의 확립과 한국인에 합당한 평가의 기준치(criteria)가 확립되어야 한다. 동남아 여러 나라에서는 강화식품을 통한 영양증대 활동의 효과 판정에 관한 연구 보고들이 상당히 있다²⁸⁾. 즉 필리핀에서는 글루타민산 소오다(MSG)에 비타민 A를 강화시켜 11개월간 섭취시킨 지역에서 비타민 A 결핍증이 1.2%에서 0.2%로 저하되어 결핍증의 변화가 없었던 대조군 지역에 비교하여 강화의 효과를 증명하였다. 현재 우리 나라에서는 강화식품의 생산이 국가적 차원에서 계획된 것이 아니라 상품의 구매력 상상을 위한 전략으로 각 식품회사마다 임의로 이루어지고 있고 영양표시를 통하여 강화 내용을 알리고 있을 뿐 강화식품의 강화 영양소함량의 분석이나 영양증대에 활용된 효과 등에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

요약 및 결론

본 연구는 우리 나라에서 최근 급격히 증대되고 있는 가공식품의 영양강화 현황을 시판되는 상품의 포장지에 나타난 영양표시를 통해 분석하고 그 적절성을 현 우리나라 국민영양 섭취실태조사 보고와 비교 분석하였다. 또 영양소 강화에 관한 제 외국의 규정과 시행 내용을 문헌을 통해 조사하여 제시하고 우리나라에서 국가적 영양강화정책 수립에 필요한 기초자료의 목록을 제시하고자 하였다.

영양강화는 각종 가공식품 즉, 스낵류, 라면, 레토르트 식품, 주스류, 우유와 유가공품, 시리얼, 특수영양식품 등에서 칼슘, 철분, 비타민 B군, 비타민 C 및 섬유소 등이 첨가되었고 그 수준도 다양하였다. 비타민 B군의 경우는 밀가루를 활용한 식품에서 1인분당 영양권장량의 25% 수준에서 우유, 두유 등에서는 15% 수준에서 강화되는 것으로 평가되었고 식품군이나 강화 정도가 현재로는 과도한 수준은 아니다. 국민 전체적으로 보강이 필요한 성분으로는 리보플라빈이라 볼 수 있겠고 비타민 B₁₂도 일부 계층에는 보강이 필요하다고 본다. 비타민 C의 경우는 미약한 수준(10% RDA)에서 약물의 수준(2272% RDA)에 이르기까지 다양한 수준으로 첨가되었으며 주스류는 1일 권장량을 1인분량에 첨가하고 있는 경우가 많았다. 일정 인구 집단에서 섭취 빈도가 높을 수 있는 스낵, 사탕, 주스류에 과도한 양의 비타민 C가 첨가되어 있다. 섬유소의 경우도 비타민 C의 경우와 유사하게 여러 식품군에 다양한 수준으로 보강되어 그 적정성이 전문가들에 의해 평가되어야 할 것으로 본다. 철분은 일부 식품에 낮은 함량으로 첨가되어 강화가 광범위하거나 높은 함량 수준은 아니었으며 철분 섭취량이 권장량을 훨씬 상회함에도 국민들의 빈혈의 빈도가 상당히 높음을 감안한다면 철분 영양 향상을 위한 방안으로 식품의 철분 강화도 논의될 수 있겠다.

영양강화가 국가적 정책으로 시행되는 배경은 그 국가의 토양이나 식품 생산이 국민적 영양문제를 초래할 만큼 심각한 경우로 우리 나라는 다행히 현재히 드러난 영양결핍이 현재로는 없다고 볼 수 있다. 그러나 다수의 사람이 경계결핍(marginal deficiency) 상태에 있거나 영양섭취가 권장량에 미치지 못하는 영양성분은 국가적 영양정책으로 식품강화를 시행할 수 있겠다. 그 기초 자료로는 영양강화가 필요한 영양성분의 결정, 각 영양성분의 강화 매개체 식품의 선정, 강화공정에 필요한 기술개발과 강화식품의 품질평가 등이 있고 끝으로 영양소 강화의 효과 판정이 영양소 강화가 필요했던 집단의 영양상태 평가를 통하여 이루어져 강화정책의 합당성 또한 평가되어야 할 것이다. 앞으로 국가적으로 영양강화 정책이 올바르게 수립되고 강화의 내용이 영양표시를 통해 일반인에게 제공된다면 다수의 국민영양 문제를 보다 효과적으로 개선할 수 있리라 본다. 또 일반인들도 일상의 식생활에서 미량 영양성분의 수량적 필요량을 알고 적용할 수 있게 되리라 본다.

참고 문헌

1. 보건복지부 : '94 국민영양조사보고서, 1996.
2. Soon-ok Chang(Hong), A study on Weight Control Program for 4th and 5th grade obese children in elementary school, *nutritional sciences* 1:34-41, 1998.
3. 장순욱, 비타민 무기질 보충제의 영양소 함량표시 현황과 개선점, 제4차 식품표시제도 확립을 위한 workshop, 1999.
4. 한국영양학회, 한국인 영양권장량, 제 6차 개정, 중앙진출판사, 1995.
5. Clydesdale, F.M., and Wiemer, K.L, eds. Iron fortification of foods, Academic Press, Orlando, FL.
6. ADA, Enrichment and fortification of foods and dietary supplement and food, *J. Am. Diet. Assoc.*, 94: 1994.
7. Szpunar, S.M./and Burt, B.A. Dental caries, fluorosis and fluoride exposure in Michigan school children. *J. Dent. REs.* 67:802-806, 1988.
8. Merz, W. Food fortification in the United States, *Nutr. Rev.* 55(2):44-49, 1997.
9. Daarton-Hill, I, Mora, J.O., Weistein, H., Wilbur, S., Nalubola, R. Iron and folate fortification in the Americas to prevent and control micronutrient malnutrition : An anlysis. *Nutr. Rev.* 57(1):25-31, 1999.
10. McNamara, S.H. Food fortification in the United States : A legal and regulatory perspective. *Nutr. Rev.* 53(5):140-144, 1995.
11. 장순욱, 가공식품의 영양강화 현황과 영양표시, *대한영양사회 학술지* 4(2):160-167, 1998.
12. 보건복지부 : 식품등의 표시기준, 1995.
13. 보건복지부 : 식품첨가물 공전, 1995.
14. 한국식품공업협회 : 한국식품연구소, 가공식품의 영양성분 표시 연구, 1993.
15. ICN, Food fortification, Internet, 1997.
16. ICN, Requirement for effective fortification in food aid programs, Internet Sept, 1997.
17. FAO/UN, Food fortification : Technology and quality control, FAO, 1996.
18. 윤진숙, 임화재, 김석영, 한국인의 리보플라빈 일일 필요량 측정을 위한 인체대사 연구, *한국영양학회지* 22:507-515, 1989.
19. Symposium : Prooxidant effects of antioxidant vitamins. *J. Nutr.* 126:1197S-1227S, 1996.
20. Handelman, C.J. High dose vitamin supplements for cigarette smokers : Caution is indicated. *Nutr. Rev.* 55(10): 369-378, 1997.
21. 천종희, 신명화, 도시지역 노인의 일부 비타민 영양 상태에 관한 연구. *한국영양학회지* 21:253-259, 1988.
22. 보건복지부 : '92 국민영양조사 보고서, 1994.
23. 계승희, 백희영, 우리나라 젊은 여성의 철분 영양상태와 이에 영향을 미치는 식이요인 분석(II): 주요 식품의 철분 분석과 철분 섭취량 및 이용률 평가, *한국영양학회지* 26:703-714, 1993.
24. 남혜선, 이선영, 충남대 여대생의 철분 섭취량과 영양상태에 대한 연구, *한국영양학회지* 25:404-412, 1992.
25. 농촌생활연구소. 식품성분표 제 5개정판, 농촌진흥청, 1996.
26. Florentino, R.F. and Pedro, M.R. Rice fortification in the Phillipines. In combating iron deficiency through food fortification technology, INACG, Washington, DC, 1990.
27. Hurrell, R.F. and Cook, J.D. Strategies for iron fortification in foods. *Trends in Food science and technology* 9:55-60, 1990.
28. Joseph, E.W., Liuzzo, J.A, Rao, R.M. Development of wash and cook-proof methods for vitamin enrichment rice, *J. Food. Sci.* 55:1102-1107, 1990.
29. Hoffpauer, D.W. and Wright, S.C. Enrichment of rice. In *Rice Science and Technology*, ed. Marshall, W.E. and Wadsworth, J.I, Marcel Rekker, NewYork, NY, 1994.
30. 한국제분공업협회 : 제분공업 통계 편람. 도서출판 한통, 1996.