

한국인 상용식품의 엽산함량 분석에 의한 식품영양가표의 보완*

연 미 영 · 현 태 선[§]

충북대학교 식품영양학과

Additional Data for the Folate Database for Foods Common in Korea*

Yon, Miyong · Hyun, Taisun[§]

Department of Food and Nutrition, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

ABSTRACT

A reliable nutrient database is a prerequisite for accurate calculation of dietary intakes. The folate database currently available in Korea, however, is not reliable because the values were obtained from published data in other countries using ineffective methods to extract folates from the food matrix. The purpose of this study was to complement the folate database by analyzing folate content in foods using a more effective method to extract food folates (trienzyme treatment). Folate content per unit weight was highest in laver, fermented soybeans, soybean, spinach, black soybeans, crown daisy, mung beans, and quail's egg in descending order. Legumes, leafy greens, eggs, and seaweeds were rich in folate, and meats, chicken, fish, and some fruits contained less folate. Some of the analyzed values were 10 times higher than those in the currently available database. Folate values of 423 foodcodes out of 2,932 foodcodes (14.4%) in the database in the 7th revision in the Recommended Dietary Allowances for Koreans can be replaced by those analyzed in this study. Since folate values of rice and Kimchi, which are core dishes of Koreans, in the newly established database are higher than those in the current database, folate intake assessed using our data will be higher than that using the current available database. Folate content in more foods commonly consumed in Korea are needed to update the folate database. Meanwhile, folate values presented here can be used to assess dietary folate intake of the Korean population. (*Korean J Nutrition* 38(7): 586~604, 2005)

KEY WORDS : food folate, trienzyme treatment, folate database, folate intake.

서 론

엽산은 체내의 다양한 생화학적 반응에서 단일탄소 단위를 운반하는 역할을 하는 비타민으로, DNA 합성과 아미노산 대사에 필수적이며, 결핍시 거대적아구성 빈혈, 위장장애 등의 증세가 나타나는 것으로 알려져 있다. 최근에는 신경관 손상, 심혈관계 질환, 암 등 여러 가지 질병을 예방해주는 엽산의 역할에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁾

1991년 신경관 손상의 아기를 출산할 위험이 높은 1,817명의 임신부를 대상으로 한 연구²⁾에서 엽산의 보충이 신경관 손상에 대한 예방효과가 있음이 밝혀졌으며, 그 이후

많은 연구 자료를 근거로 1998년부터는 미국, 캐나다에서 밀가루에 엽산을 강화하기 시작하였고, 그 결과 이들 나라에서 신경관 손상의 발생률 감소가 보고되었다.³⁾ 최근에는 신경관 손상 뿐 아니라 언청이, 다운 증후군 등 다른 선천적 기형의 출산도 모체의 엽산 섭취 부족 또는 엽산의 대사 이상과 관련이 있다는 보고⁴⁻⁶⁾가 있어서 가임기 여성에게 엽산은 매우 중요한 역할을 한다는 것을 알게 되었다. 또한 엽산이 부족하면 혈장 호모시스테인이 상승하고, 혈장 호모시스테인의 상승은 혈관계 질환의 위험요인이 되므로 엽산을 충분히 섭취함으로써 혈관계 질환을 예방할 수 있는 가능성에 대한 연구가 진행되고 있다.⁷⁻⁹⁾ 뿐만 아니라 엽산의 부족은 암의 발생,¹⁰⁻¹²⁾ 노인의 인지능력, 우울증, 치매 등과도 관련되어 있다고 보고¹³⁻¹⁵⁾ 되어 다양한 인구집단에서 엽산의 영양상태가 중요하게 여겨지고 있다.

따라서 엽산과 질병과의 관련성을 연구하기 위해, 또는 개인이나 집단의 건강한 삶을 위해 엽산의 영양상태를 평가하는 것이 매우 중요하며, 이를 위해 엽산의 섭취량을 정

접수일 : 2005년 7월 14일

채택일 : 2005년 8월 12일

*This research was supported by Korea Research Foundation Grant (KRF-00-D168).

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail : taisun@chungbuk.ac.kr

확히 판정하는 것 또한 필수적이다. 우리나라 사람의 엽산 영양상태에 관한 연구는 1990년대 이후부터 주로 여성을 대상으로 연구가 진행되어 왔다. 엽산의 섭취량과 혈중 엽산 농도에 관한 지금까지의 연구결과에 따르면 우리나라 여성의 엽산 섭취량은 110~200 μg 정도로 권장량에 비해 매우 불량한데 혈중 엽산 농도에서는 결핍의 비율이 그리 높지 않았다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 이는 지금까지 식품 중의 엽산 함량에 관한 자료가 부족하였기 때문에 엽산의 섭취량이 과소평가된 결과라고 생각된다.

이들 대부분의 연구에서 사용된 1995년 한국영양학회의 식품영양가표¹⁹⁾에는 전체 1,872종의 식품 중 27%인 511종의 식품에만 외국의 자료를 인용한 엽산함량이 수록되어 있으며, 한국인의 상용식품임에도 엽산 함량이 없는 식품이 많아 이를 이용하여 한국인의 엽산의 섭취량을 정확히 계산할 수 없는 문제점이 있다. 2000년 한국영양학회에서 개정 발간한 식품영양가표²⁰⁾에는 2,932종의 식품에 대한 엽산 함량이 수록되었으나 대부분 실제 측정된 값이 아닌 외국의 자료를 인용하거나 대체하였기 때문에 이것도 한국인의 엽산 섭취량을 정확히 판정하기에는 미흡한 것으로 평가되었다.²¹⁾

이와는 별도로 농촌진흥청에서도 1970년부터 약 5년을 주기로 식품성분표를 발행하고 있으며, 총 2,337종의 식품에 대하여 17개 영양소 함량에 대한 자료가 수록되어 있는 제 6 개정판²²⁾이 2001년에 발간되어 현재 이용되고 있다. 그러나 엽산 함량에 대한 자료는 947개의 식품에만 한정되어 있으며, 2000년 한국영양학회의 식품영양가표에서와 마찬가지로 미국이나 동아시아의 자료를 인용한 것이므로 같은 문제점을 갖고 있다.

이와 같이 현재 사용되고 있는 식품영양가표는 한국인의 엽산 섭취량을 판정하기에는 미흡한 점이 많고, 이를 토대로 연구한 엽산 섭취량은 다소 부정확하다고 볼 수 있다. 따라서 이러한 엽산영양가표의 문제점은 한국인 상용식품의 엽산을 직접 분석하고 그 값을 수록함으로써 해결할 수 있다.

식품 중의 엽산을 분석하기 위해서는 먼저 polyglutamate 형태의 엽산을 monoglutamate나 diglutamate 형태로 분해시키기 위해 folate conjugase 처리를 해야 하는데,²³⁾ 1990년 folate conjugase에 α -amylase와 protease를 더하여 세가지 효소를 처리함 (trienzyme 방법)으로써 식품 중의 엽산 함량이 증가된 새로운 결과가 보고되었다.^{24,25)} 그 이후 많은 연구자들이 trienzyme을 이용한 방법으로 식품 중의 엽산을 측정하여 보고하고 있으며,²⁶⁾ 따라서 각 나라에서 기준에 사용되어 왔던 식품영양가표도 새로 만들어져야

할 필요성이 절실했다. 현재 미국의 USDA에서는 trienzyme을 이용하여 식품 중의 엽산을 추출한 후 미생물학적 방법으로 엽산 함량을 측정하여 엽산의 식품영양가표를 지속적으로 업데이트하고 있다.²⁷⁾

본 연구에서는 한국인의 엽산 섭취량을 좀 더 정확히 파악하는데 도움이 되도록 한국인 상용식품에 들어 있는 엽산의 함량을 trienzyme으로 처리한 후 분석하고, 이를 이용하여 한국인 영양권장량 제 7 차 개정판에 있는 식품영양가표를 새롭게 보완하고자 하였다.

연구방법

1. 시료의 구입 및 가열조리

1998년 국민영양조사 결과²⁸⁾와 엽산 급원식품에 대한 선행연구²¹⁾를 참고로 하여 엽산함량을 분석할 식품을 선정하였다. 선정된 110개의 식품 중 생식품은 구입장소를 달리하여 (청주 시내의 대형 할인점, 농수산물 시장, 재래시장) 각 품목별로 세가지를 구입하였으며, 가공식품은 제조회사를 달리하여 각 품목별로 세가지를 구입하였다. 식품을 가열 조리하면 엽산의 손실이 예상되므로 이미 선정된 식품 중 섭취빈도와 식품군을 고려하여 32종의 식품을 선정하고 가열 조리 전후의 엽산 함량을 측정하였다. 선정된 식품은 품목별로 각각 다른 장소에서 2가지씩 구입하였고, 주로 물에 넣고 삶는 가열 조리방법을 이용하였으며, 자세한 조리 방법 및 가열시간은 선행연구²⁹⁾에 보고된 바와 같다.

2. 식품 중의 엽산 분석

식품은 구입 후 24시간 이내에 약 5~10 g의 무게를 정확히 측정하였고, 57 mM의 ascorbic acid를 함유한 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 4.1)에 넣어 균질화한 후 -70°C 에 보관하였다. 실온에서 해동한 시료를 100°C 에서 10분간 끓이고, 37°C 에서 2시간동안 protease 용액을 넣고 배양한 후 protease의 작용을 정지시키기 위하여 100°C 에서 10분간 가열하였다. 여기에 α -amylase용액을 넣고 37°C 에서 2시간동안 배양한 후 $5,000 \times \text{g}$ 에서 10분간 원심분리하였고, 상층액에 rat serum (folate conjugase)을 넣어 37°C 에서 2시간 배양한 후 -70°C 에 보관하였다. 각 효소의 준비과정은 선행연구에 자세히 보고되어 있다.³⁰⁾ 세가지의 효소를 처리하여 냉동보관 하였던 시료는 실온에서 해동한 후 *Lactobacillus casei* (ATCC 7469)를 이용한 미생물학적 방법으로 분석하였다.³¹⁾

3. 식품 중의 엽산 함량 계산

분석한 110종의 식품 중 32종의 생식품에 대해서는 품

Table 1. Folate content in foods measured after trienzyme extraction method

Food group	Food	Raw ¹⁾ ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	Cooked ²⁾ ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	Folate loss ³⁾ (%)
Cereals and grain products	Corn (옥수수)	205.1 \pm 45.5 ⁴⁾	128.6	30
	Barley (보리)	36.6 \pm 16.3	9.9	33
	Spaghetti (스파게티면)	33.7 \pm 1.2	7.8	36
	Rice (쌀)	24.5 \pm 1.1	9.1	16
	Ramyon, dry (라면)	23.4 \pm 3.4		
	Loaf bread (식빵)	23.0 \pm 2.1		
	Noodles, dry (소면)	22.3 \pm 1.2	5.3	19
	Wheat flour (밀가루)	16.0 \pm 2.5		
Potatoes and starches	Sweet potato (고구마)	83.7 \pm 32.5		
	Potato (감자)	27.3 \pm 2.6	21.2	23
Legumes and their products	Soybean (대두)	317.8 \pm 75.9		
	Black soybeans (검정콩)	288.1 \pm 51.8		
	Mung beans (녹두)	237.4 \pm 52.2		
	Kidney beans (강남콩)	215.5 \pm 52.1	166.5	14
	Red bean (팥)	191.1 \pm 82.5	67.1	19
	Soybean milk (두유)	34.1 \pm 9.1		
	Soybean curd (두부)	15.3 \pm 1.7		
Seeds	Peanuts (땅콩)	136.2 \pm 65.5		
Vegetables	Spinach (시금치)	293.6 \pm 109.5	181.1	40
	Crown daisy (쑥갓)	271.0 \pm 107.6	233.7	31
	Kimchi, youlmu (열무김치)	164.3 \pm 35.0		
	Perilla leaf (깻잎)	157.5 \pm 22.0	124.6	15
	Red pepper (홍고추)	152.7 \pm 29.4		
	Chinese Cabbage, young (얼갈이)	143.5 \pm 31.8		
	Dropwort (미나리)	135.6 \pm 56.5	120.5	19
	Chard (근대)	135.3 \pm 58.2	96.3	40
	Mallow (아욱)	130.1 \pm 66.0	42.4	70
	Pumpkin leaves (호박잎)	124.1 \pm 44.1		
	Korean cabbage (배추)	116.6 \pm 24.5		
	Lettuce, improved (상추, 개량종)	115.0 \pm 79.6		
	Kimchi (배추김치)	115.0 \pm 51.9		
	Green onion (파)	113.5 \pm 47.3		
	Cabbage (양배추)	98.0 \pm 77.7	79.2	26
	Bean sprouts (콩나물)	96.9 \pm 56.7	77.8	30
	Leek (부추)	95.4 \pm 19.6		
	Garlic (마늘)	86.4 \pm 59.0		
	Kimchi, small radish (총각김치)	58.9 \pm 23.0		
	Lettuce, native (상추, 재래종)	56.6 \pm 23.2		
	Pumpkin (호박)	55.6 \pm 16.3	41.9	30
	Tomato (토마토)	51.9 \pm 9.7		
	Eggplant (가지)	46.8 \pm 9.6		
Green pepper (풋고추)	40.9 \pm 17.7			
Radish (무)	40.1 \pm 13.5			
	Sweet potato's stalk (고구마줄기)	32.8 \pm 7.1		

1) The number of raw food samples is five if there is cooked folate value in the same food.

The number of raw food samples is three if there is no cooked folate value in the same food.

2) Folate values in cooked foods = folate values in raw foods \times [(100 - loss (%))/100] \times weight difference
(Weight difference = weight of raw food/weight of cooked food based on raw food)

3) Han *et al.* 2005²⁹⁾

4) Mean \pm SD

Table 1. Continuation

Food group	Food	Raw ¹⁾ (μg/100 g)	Cooked ²⁾ (μg/100 g)	Folate loss ³⁾ (%)
Vegetables	Carrot (당근)	31.1 ± 16.2	24.4	22
	Pim(i)ento (피망)	29.1 ± 5.0		
	Carrot juice (당근주스)	25.6 ± 10.4		
	Lotus root (연근)	22.8 ± 13.5		
	Tomato juice (토마토주스)	22.1 ± 6.3		
	Broad bellflower (도라지)	18.4 ± 7.7		
	Onion (양파)	17.0 ± 9.6	13.9	29
	Ginger (생강)	16.9 ± 4.4		
	Pickled radish (단무지)	13.9 ± 14.2		
	Cucumber, improved (오이, 개량종)	5.4 ± 0.7		
Cucumber, native (오이, 재래종)	3.8 ± 0.7			
Mushrooms	Oyster mushroom (느타리버섯)	100.9 ± 31.8	36.7	74
	Winter Fungus (팽이버섯)	76.4 ± 12.4	62.7	35
	Lentinus edodes (표고버섯)	61.8 ± 9.9	22.7	57
Fruits	Muskmelon (참외)	132.4 ± 66.3		
	Strawberry (딸기)	127.3 ± 25.9		
	Orange juice (오렌지주스)	57.6 ± 7.6		
	Strawberry jam (딸기잼)	57.0 ± 9.6		
	Orange (오렌지)	50.8 ± 4.5		
	Kiwi (키위)	49.4 ± 6.8		
	Grape (포도)	27.7 ± 10.2		
	Mandarin (귤)	24.0 ± 2.0		
	Banana (바나나)	16.2 ± 8.7		
	Pineapple (파인애플)	12.7 ± 1.8		
	Apple, green (푸른사과)	10.6 ± 11.6		
	Apple, red (붉은사과)	7.1 ± 6.9		
	Watermelon (수박)	6.3 ± 2.0		
Peach, white (복숭아)	2.1 ± 0.5			
Eggs	Quail's eggs (메추리알)	231.3 ± 64.3	228.9	6
	Chicken's eggs (계란)	124.5 ± 21.3	113.3	8
Milk and dairy products	Chicken, wing (닭날개)	32.1 ± 9.8		
	Chicken, thigh (닭다리)	27.5 ± 10.5		
	Chicken, breast (닭가슴)	16.7 ± 4.9	13.5	42
	Beef, loin (쇠고기)	8.3 ± 3.9	10.7	27
	Pork, belly (돼지삼겹)	6.4 ± 4.4	9.0	2
	Pork, loin (돼지등심)	4.0 ± 2.3	3.4	35
Meats and poultry	Cheese, American (치즈)	61.0 ± 10.0		
	Yogurt, liquid type (액상요구르트)	32.1 ± 17.2		
	Yogurt, curd type (호상요구르트)	23.7 ± 1.6		
	Milk (우유)	9.7 ± 3.3		
Fishes and shell fishes	Anchovy (멸치)	107.5 ± 59.8		
	Mussel (홍합)	79.5 ± 41.3		
	Short-necked clam (모시조개)	78.2 ± 25.2		
	Ark shell (꼬막)	74.5 ± 33.4		

1) The number of raw food samples is five if there is cooked folate value in the same food.

The number of raw food samples is three if there is no cooked folate value in the same food.

2) Folate values in cooked foods = folate values in raw foods × [(100 - loss (%))/100] × weight difference
(Weight difference = weight of raw food/weight of cooked food based on raw food)

3) Han *et al.* 2005²⁹⁾

4) Mean ± SD

Table 1. Continuation

Food group	Food	Raw ¹⁾ ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	Cooked ²⁾ ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)	Folate loss ³⁾ (%)
Fishes and shell fishes	Mackerel (고등어)	45.0 \pm 7.1	27.0	52
	Saury (꽁치)	39.4 \pm 16.5	36.5	23
	Shrimps, salt-fermented (새우젓)	28.3 \pm 12.5		
	Pollack, roe, salt-fermented (명란젓)	28.1 \pm 5.2		
	Pollack, viscera, salt-fermented (창란젓)	20.7 \pm 10.9		
	Pollack, dried (복어)	20.3 \pm 6.1		
	Common squid, salt-fermented (오징어젓)	14.8 \pm 3.1		
	Tuna, canned (참치)	10.7 \pm 0.1		
	Common squid (오징어)	7.7 \pm 3.1	7.7	5
	Imitation crab meat (게맛살)	6.4 \pm 1.5		
Seaweeds	Laver, dried (김)	1633.4 \pm 665.7	1600.7	8
	Sea tangle, dried (다시마)	200.2 \pm 43.9		
	Sea mustard, dried (미역)	153.8 \pm 7.9		
	Sea mustard, stem, salted (미역줄기)	34.7 \pm 19.4		
Beverage	Beer (맥주)	19.9 \pm 9.9		
Seasonings	Fermented soybeans (청국장)	386.7 \pm 188.5		
	Mustard powder (겨자가루)	165.9 \pm 36.7		
	Korean soy-bean paste (된장)	89.4 \pm 46.3		
	Korean red pepper paste (고추장)	53.5 \pm 9.0		
	Soy sauce (간장)	45.4 \pm 11.7		
	Tomato ketchup (토마토케첩)	35.1 \pm 7.0		
	Red pepper powder (고추가루)	21.6 \pm 4.5		

1) The number of raw food samples is five if there is cooked folate value in the same food.

2) The number of raw food samples is three if there is no cooked folate value in the same food.

2) Folate values in cooked foods = folate values in raw foods \times [(100 - loss (%))/100] \times weight difference
(Weight difference = weight of raw food/weight of cooked food based on raw food)

3) Han *et al.* 2005²⁹⁾

4) Mean \pm SD

목당 각각 다른 장소에서 구입한 5개의 엽산값과 가열 후의 2개의 엽산값을 얻을 수 있었다. 따라서 32종 생식품에 대해서는 5개의 실험결과를 이용하여 그 평균값을 구하였고, 이 값을 그 식품의 엽산함량으로 정하였다. 가열한 식품의 경우 품목당 두개의 식품에 대한 실험으로 얻은 가열 후 손실율 (%)을 감안하여 생식품의 엽산값으로부터 가열 후 엽산값을 계산하였다. 나머지 78종의 생식품에 대해서는 3개의 식품에 대한 실험결과³⁰⁾를 이용하여 구한 평균값을 그 식품의 엽산함량으로 정하였다.

4. 식품영양가표의 보완

위에서 구한 엽산함량을 이용하여 한국인 영양권장량 제 7차 개정판에 수록되어 있는 엽산의 식품영양가표를 다음과 같이 보완하였다. 첫째, 본 연구에서 분석한 식품과 식품명이 같은 식품코드에 분석값을 대입하였다. 둘째, 식품명은 같으나 품종이 달라 다른 코드로 분류된 식품은 분석값을 대표값으로 이용하여 대입하였다. 셋째, 본 연구에서 가열하여 분석한 32종의 식품 중 아욱, 삼겹살은 가열한 식

품의 코드가 따로 없었으므로 식품영양가표에 분석값을 넣을 수 없었다. 또한 삶은 보리도 식품코드가 따로 없었으나 대신 보리밥 (30% 보리)의 식품코드에 밥과 삶은 보리의 엽산값과 혼합비율을 이용하여 계산한 후 대입하였다.

결 과

Table 1은 한국인 상용식품 110종에 대한 엽산함량이며, 각 식품군별로 단위 중량당 엽산이 많이 들어 있는 식품 순으로 정리한 것이다. 곡류에서는 옥수수의 엽산함량이 100 g당 205.1 μg 으로 가장 높았고, 쌀의 엽산함량은 24.5 μg , 밥의 엽산 함량은 9.1 μg 이었다. 쌀을 조리하였을 때의 엽산 손실율은 16%이었다. 두류는 엽산 함량이 대부분 100 g당 200 μg 이상으로 높았으며, 가열조리시 약 16.5%의 엽산이 손실되었다. 채소류에서는 시금치, 썬갓, 열무김치, 깻잎, 홍고추, 열갈이, 미나리, 근대, 아욱, 호박잎 등의 순으로 많이 들어 있었으며, 잘 알려진 바와 같이 녹색채소류의 엽산함량이 높았다. 김치의 경우 열무김치 164.3 μg , 배

Table 2. Comparison of folate values replaced in this study and those in the 7th database

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
1020	Wheat, hard flour	16.0	29.0	0.6
1021	Wheat, medium flour	16.0*	25.7	0.6
1022	Wheat, soft flour	16.0	19.0	0.8
1029	Noodles, dried	22.3	25.7	0.9
1030	Noodles, boiled	5.3	8.5	0.6
1031	Ra myon, instant	23.4*	17.6	1.3
1036	So myon, dried	22.3*	13.4	1.7
1037	So myon, boiled	5.3*	1.9	2.8
1039	Spaghetti, dried	33.7*	18.0	1.9
1040	Spaghetti, boiled	7.8*	7.0	1.1
1102	Loaf bread, loaf bread	23.0*	30.0	0.8
1103	Loaf bread, with whole milk	23.0	42.0	0.5
1104	White bread, toasted	23.0	26.0	0.9
1105	White bread, french toast with butter	23.0	22.0	1.0
1170	Barley, barley, whole grain	36.6	50.0	0.7
1171	Barley, barley, milled grain	36.6*	23.0	1.6
1172	Barley, barley, rolled barley	36.6	50.0	0.7
1173	Barley, barley, cut polished barley	36.6	50.0	0.7
1174	Barley, naked barley, milled	36.6	50.0	0.7
1175	Barley, Raw, powder	36.6	50.0	0.7
1176	Barley, glutinous barley, milled	36.6	56.0	0.7
1177	Barley, cooked rice with 30% barley	9.3*	18.4	0.5
1197	Rice, paddy rice, undermilled rice	24.5	3.6	6.8
1198	Rice, paddy rice, well-milled rice (domestic), Japonica type, Il Pum	24.5*	3.6	6.8
1199	Rice, paddy rice, well-milled rice (domestic), Tongil type	24.5	3.6	6.8
1200	Rice, paddy rice, enriched rice, with Vit. B1 and B2	24.5	3.6	6.8
1201	Rice, paddy rice, rice germ, Indica type	24.5	3.6	6.8
1202	Rice, paddy rice, rice germ, Japonica type	24.5	3.6	6.8
1203	Rice, paddy rice, rice germ, milled rice with embryo	24.5	3.6	6.8
1205	Rice, upland rice, undermilled	24.5	3.6	6.8
1206	Rice, upland rice, well-milled	24.5	3.6	6.8
1208	Rice, glutinous rice, milled	24.5	6.8	3.6
1209	Rice, black, non-glutinous	24.5	3.6	6.8
1210	Rice, black, glutinous	24.5	6.8	3.6
1215	Rice products, paddy rice, cooked rice, undermilled	9.1	2.2	4.1
1216	Rice products, paddy rice, cooked rice, well milled	9.1*	2.2	4.1
1235	Rice, Paddy Rice, rice flour	24.5	3.9	3.0
1236	Rice, cooked upland rice, undermilled	9.1	8.3	1.1
1237	Rice, cooked upland rice, well-milled	9.1	8.3	1.1
1258	Glutinous flour	24.5	6.9	3.6
1262	Corn, sweet corn, raw	205.1*	11.1	18.5
1263	Corn, sweet corn, steamed	128.6*	11.1	11.6
1264	Corn, glutinous corn, raw	205.1	11.1	18.5
1266	Corn, glutinous corn, steamed	128.6	11.1	11.6
2001	Potatoes, raw	27.3*	13.3	2.1

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
2002	Potatoes, Daeji	27.3	13.3	2.1
2006	Potatoes, Boiled	21.2*	8.2	2.6
2009	Potatoes, Steamed	21.2	8.2	2.6
2019	Sweet potatoes, raw	83.7*	52.0	1.6
4001	Kidney beans, raw	215.5*	186.0	1.2
4003	Kidney beans, boiled	166.5*	129.6	1.3
4004	Mungbeans, dried, domestic	237.4*	396.3	0.6
4005	Mungbeans, dried, China	237.4	396.3	0.6
4012	Soybeans, black soybeans	288.1*	127.0	2.3
4013	Soybeans, SoRiTae	288.1	127.0	2.3
4014	Soybeans, yellow soybeans, dried, domestic	317.8*	127.0	2.5
4015	Soybeans, yellow soybeans, dried, U.S.A.	317.8	127.0	2.5
4016	Soybeans, yellow soybeans, dried, Chinese	317.8	127.0	2.5
4020	Soybean curd, pressed	15.3*	15.0	1.0
4023	Soybean curd, not pressed	15.3	15.0	1.0
4024	Soybean curd, soft	15.3	15.0	1.0
4027	Soybean milk	34.1*	1.5	22.7
4029	Soybean milk, drink (vegemeal)	34.1	1.5	22.7
4047	Small red beans, dark gray or black	191.1	422.9	0.5
4048	Small red beans, gray	191.1	422.9	0.5
4049	Small red bean, dried	191.1*	422.9	0.5
4050	Small red beans, red, dried, Chinese	191.1	422.9	0.5
4051	Small red beans, red, boiled	67.1*	246.3	0.3
5015	Peanuts, roasted	136.2*	145.3	0.9
5017	Peanuts, fried and salted	136.2	98.6	1.4
5018	Peanut, coating with coffee-flavor syrup	136.2	98.6	1.4
6002	Egg plant, raw	46.8*	15.7	3.0
6012	Sweet potato stalk, raw	32.8*	88.4	0.4
6023	Pepper, green young	40.9	15.8	2.6
6024	Pepper, red pepper, raw	152.7*	15.8	9.7
6026	Pepper, green pepper, improved	40.9*	15.8	2.6
6027	Pepper, green pepper, native	40.9	15.8	2.6
6044	Chard, Raw	135.3*	13.8	9.8
6045	Chard, boiled	96.3*	8.6	11.2
6052	Kimch'i, Korean cabbage	115.0*	46.1	2.5
6054	Kimch'i, Yi Mu	164.3*	6.0	27.4
6057	Kimchi, small radish	58.9*	6.0	9.8
6077	Carrot, raw	31.1*	8.0	3.9
6078	Carrot, boiled	24.4*	11.7	2.1
6081	Do Ra Ji (root of chinese bellflower), raw	18.4*	5.2	3.5
6092	Perilla leaf, raw	157.5*	88.4	1.8
6093	Perilla leaf, blanched	124.6*	88.4	1.4
6103	Garlic, bulb, raw	86.4*	6.2	13.9
6106	Garlic, green garlic	86.4	6.2	13.9
6121	Radish, Ke G I radish, root	40.1	8.0	5.0

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
6123	Radish, root	40.1	8.0	5.0
6125	Japenese radish root	40.1	8.0	5.0
6127	Radish, Korean radish, root	40.1*	8.0	5.0
6129	Radish, Dan Mu Ji (salted radish in rice bran)	13.9*	8.0	1.7
6138	Water dropwort, raw	135.6*	145.8	0.9
6139	Water dropwort, blanched	120.5*	145.8	0.8
6140	Water dropwort, boiled	120.5	145.8	0.8
6141	Small water dropwort	135.6	145.8	0.9
6152	Korean cabbage, raw	116.6*	46.1	2.5
6153	Chinese cabbage, raw, spring greens	143.5	46.1	3.1
6154	Chinese cabbage, raw, young	143.5*	46.1	3.1
6156	Chinese cabbage, Chinese cabbage, Raw	143.5	46.1	3.1
6162	Leek, leek, Raw	95.4*	57.8	1.7
6163	Leek, Leek	95.4	60.3	1.6
6164	Leek, native	95.4	60.3	1.6
6165	Leek, Chinese	95.4	60.3	1.6
6177	Lettuce, improved	115.0*	88.8	1.3
6178	Lettuce, native	56.6*	88.8	0.6
6179	Ginger root, tuber, domestic	16.9*	7.0	2.4
6180	Ginger root, tuber, chinese	16.9	7.0	2.4
6194	Turnip, root, raw	40.1	8.0	5.0
6197	Spinach, raw, protected cultivated	293.6*	145.8	2.0
6198	Spinach, raw, cultivation	293.6	145.8	2.0
6199	Spinach, raw, boiled	181.1*	145.8	1.2
6206	Crown daisy, raw	271.0*	145.8	1.9
6207	Crown daisy, boiled	233.7*	145.8	1.6
6215	Mallow	130.1*	109.0	0.4
6221	Cabbage, raw	98.0*	57.3	1.7
6222	Cabbage, boiled	79.2*	22.9	3.5
6225	Head lettuce	56.6	66.7	0.8
6226	Onion, raw, domestic	17.0*	15.1	1.1
6227	Onion, raw, chinese	17.0	15.1	1.1
6229	Onion, boiled	13.9*	15.1	0.9
6236	Lotus root, raw	22.8*	12.7	1.8
6245	Cucumber, improved	5.4*	6.0	0.9
6246	Cucumber, raw, native	3.8*	6.0	0.6
6292	Soybean sprout, raw	96.9*	6.2	15.6
6293	Soybean sprout, boiled	77.8*	6.2	12.5
6299	Tomato, raw	51.9*	13.3	3.9
6301	Tomato, tomato juice	22.1*	24.1	0.9
6302	Tomato catchup	35.1*	94.2	0.4
6306	Welsh onion, large type	113.5*	16.1	7.1
6307	Welsh onion, medium type	113.5	16.1	7.1
6308	Welsh onion, small type	113.5	16.1	7.1
6314	Sweet pepper, green	29.1*	16.4	1.8

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
6316	Squash and Pumpkin, Improved, Raw	55.6	47.9	1.2
6320	Pumpkin, pumpkin	55.6	9.3	6.0
6321	Pumpkin, immature, raw	55.6	9.3	6.0
6323	Pumpkin, immature, Zucchini, squash, raw	55.6*	47.9	1.2
6324	Pumpkin, immature, Zucchini, squash, boiled	41.9*	47.9	0.9
6326	Pumpkin, young leaves, raw	124.1*	88.8	1.4
7002	Oyster mushroom, raw	100.9*	14.0	7.2
7004	Oyster mushroom, boiled	36.7*	47.0	0.8
7026	Winter fungus, raw	76.4*	47.0	1.6
7027	Flamm velutipes, blanched	62.7*	47.0	1.3
7032	Lentinus edodes, raw	61.8*	47.0	1.3
7033	Lentinus edodes, oak mushroom, wet form (raw)	61.8	47.0	1.3
7034	Lentinus edodes, oak mushroom, wet form (boiled)	22.7*	47.0	0.5
8008	Citrus fruit, satsuma mandarin, raw, early ripening	24.0	5.0	4.8
8009	Citrus fruit, mandarin	24.0*	5.0	4.8
8030	Strawberry, raw, native	127.3*	16.5	7.7
8031	Strawberry, raw, improved	127.3	16.5	7.7
8033	Strawberry, Jam	57.0*	123.5	0.5
8057	Banana, fresh	16.2*	9.7	1.7
8073	Peach, raw, white	2.1	3.2	0.7
8074	Peach, raw, Chun Do	2.1*	3.2	0.7
8075	Peach, raw, yellow	2.1	3.2	0.7
8085	Apple, Raw, Kuk Kwang	7.1*	2.8	2.5
8086	Apple, raw, Aorie	10.6*	2.8	3.8
8087	Apple, Raw, Jona Gold	7.1	2.8	2.5
8088	Apple, raw, Hong Ok	7.1	2.8	2.5
8089	Apple, raw, Fuji	7.1	0.4	17.8
8105	Water melon	6.3*	15.8	0.4
8106	Watermelon, raw, yellow pulp	6.3	15.8	0.4
8107	Watermelon, seedless watermelon, red pulp	6.3	15.8	0.4
8116	Orange	50.8*	30.3	1.7
8117	Orange, raw juice	57.6*	30.3	1.9
8131	Muskmelon, raw	132.4*	15.8	8.4
8132	Muskmelon, white flesh (Kum Ssa Ra Gi)	132.4	15.8	8.4
8133	Muskmelon, yellow flesh	132.4	15.8	8.4
8134	Melon, Raw, Un Chon	132.4	15.8	8.4
8137	Kiwi	49.4*	38.0	1.3
8138	Pineapple, raw	12.7*	6.0	2.1
8148	Grape, kuho	27.7*	6.4	4.3
8149	Grape, golden muscat, large	27.7	6.4	4.3
8150	Grape, golden muscat, small	27.7	6.4	4.3
8151	Grape, delaware	27.7	6.4	4.3
8152	Grape, seradan	27.7	6.4	4.3
8153	Grape, campbell's early	27.7	6.4	4.3
8154	Grape, green variety	27.7	6.4	4.3

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
9023	Chicken, total edible, raw	16.7	4.8	3.5
9024	Chicken, breast, meat and skin, roasted	13.5	4.0	3.4
9027	Chicken, breast, meat only, raw	16.7*	4.0	4.2
9028	Chicken, breast, meat only, roasted	13.5*	4.0	3.4
9032	Chicken, wing, raw	32.1*	4.4	7.3
9038	Chicken, thigh, raw	27.5	7.1	3.9
9042	Chicken, thigh, flesh only, raw	27.5	10.0	2.8
9046	Chicken, thigh, flesh only, raw	27.5*	11.0	2.5
9050	Chicken, leg, flesh only, raw	27.5	10.0	2.8
9068	Pork, ribs, raw	4.0	3.7	1.1
9069	Pork, ribs, roasted	3.4	5.0	0.7
9070	Pork, ribs, braised	3.4	3.0	1.1
9071	Pork, ham, raw	4.0	6.8	0.6
9072	Pork, ham, roasted	3.4	6.0	0.6
9073	Pork, loin, raw	4.0*	6.0	0.7
9074	Pork, loin, roasted	3.4	6.0	0.6
9075	Pork, loin, broiled	3.4*	6.0	0.6
9076	Pork, loin, braised	3.4	3.0	1.1
9078	Pork, shank, raw	4.0	4.0	1.0
9079	Pork, shank, roasted	3.4	5.0	0.7
9080	Pork, belly	9.0*	0.7	12.9
9081	Pork, tender loin, raw	4.0	5.5	0.7
9082	Pork, tender loin, roasted	3.4	6.0	0.6
9083	Pork, tender loin, broiled	3.4	6.0	0.6
9084	Pork, fore leg, raw	4.0	6.0	0.7
9085	Pork, shoulder, raw	4.0	5.4	0.7
9086	Pork, shoulder, roasted	3.4	5.0	0.7
9164	Beef, imported cattle, ribs, raw	8.3	5.0	1.7
9165	Beef, imported cattle, ribs, roasted	10.7	7.0	1.5
9166	Beef, imported cattle, rib, broiled	10.7	7.0	1.5
9167	Beef, imported cattle, flank, raw	8.3	7.0	1.2
9168	Beef, improved cattle, flank, broiled	10.7	8.0	1.3
9069	Beef, improved cattle, flank, braised	10.7	9.0	1.2
9170	Beef, imported cattle, loin	10.7	13.0	0.8
9171	Beef, imported cattle, shank	10.7	8.0	1.3
9172	Beef, imported cattle, shank, braised	10.7	13.4	0.8
9173	Beef, imported cattle, round, raw	8.3	5.5	1.5
9174	Beef, imported cattle, round, broiled	10.7	9.0	1.2
9175	Beef, imported cattle, sirloin, raw, Japanese	8.3	6.0	1.4
9176	Beef, imported cattle, tender loin	8.3	6.0	1.4
9177	Beef, imported cattle, tender loin, broiled	10.7	10.0	1.1
9178	Beef, imported cattle, brisket, raw	8.3	6.0	1.4
9179	Beef, imported cattle, brisket, braised	10.7	6.0	1.8
9180	Beef, imported cattle, rump	10.7	6.0	1.8
9181	Beef, imported cattle, chuck, raw	8.3	7.0	1.2

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
9182	Beef, imported cattle, chuck, braised	10.7	9.0	1.2
9183	Beef, imported cattle, short lion, raw	8.3	6.0	1.4
9184	Beef, imported cattle, short lion, broiled	10.7*	7.0	1.5
9185	Beef, korean cattle, loin	8.3	3.7	2.2
9186	Beef, korean cattle, shank	8.3	5.4	1.5
9187	Beef, korean cattle, round	8.3	6.6	1.3
9188	Beef, korean cattle, tender lion	8.3	3.7	2.2
9189	Beef, korean cattle, brisket	8.3	4.1	2.0
9190	Beef, korean cattle, rump	8.3	4.1	2.0
9191	Beef, korean cattle, chuck	8.3	4.0	2.1
9192	Beef, korean cattle, short lion	8.3*	3.7	2.2
10003	Chicken's egg, whole egg, fresh	124.5*	4.7	26.5
10004	Chicken's egg, whole egg, boiled	113.3*	45.6	2.5
10005	Chicken's egg, DHA whole egg	124.5	4.3	29.0
10011	Chicken's egg, poached	113.3	35.0	3.2
10012	Chicken's egg, whole, scrambled	113.3	30.0	3.8
10013	Fast foods, egg, scrambled	113.3	56.0	2.0
10014	Egg, chicken, whole, omelet	113.3	29.0	3.9
10015	Egg, chicken, whole, fried	113.3	38.0	3.0
10016	Quail's egg, fresh	231.3*	66.3	3.5
10017	Quail's egg, boiled	228.9*	66.3	3.5
11037	Mackerel, raw	45.0*	5.8	7.8
11039	Mackerel, broiled	27.0*	5.8	4.7
11054	Pacific saury, raw	39.4*	6.4	6.2
11056	Pacific saury, broiled	36.5*	5.5	6.6
11091	Tuna, bluefin tuna, canned in oil	10.7*	1.0	10.7
11093	Tuna, bluefin yellow-fin tuna, canned	10.7	2.0	5.4
11094	Tuna, bluefin yellow-fin tuna, seasoned, canned	10.7	4.6	2.3
11095	Tuna, bluefin yellow-fin tuna, canned in oil	10.7	4.6	2.3
11096	Yellow-fin tuna, seasoned, canned with green pepper	10.7	4.6	2.3
11097	Yellow-fin tuna, seasoned, canned with vegetables	10.7	4.6	2.3
11098	Yellow-fin tuna, seasoned, canned with black paste	10.7	4.6	2.3
11168	Anchovy boiled-dried, large anchovy	107.5	32.0	3.4
11169	Anchovy boiled-dried, medium anchovy	107.5*	32.0	3.4
11170	Anchovy boiled-dried, small anchovy	107.5	32.0	3.4
11176	Alaska pollack, dried	20.3*	12.0	1.7
11177	Alaska pollack, dried, immature	20.3	12.5	1.6
11180	Alaska pollack, dried strip	20.3	12.9	1.6
11181	Alaska pollack, seasoned, dried strip	20.3	12.0	1.7
11183	Alaska pollack, yellow, dried	20.3	13.0	1.6
11185	Alaska pollack, roe, salt-fermented	28.1*	8.6	3.3
11186	Alaska pollack, viscera, salt-fermented	20.7*	8.6	2.4
11443	Fish paste, crab flavored	6.4*	1.9	3.4
11481	Granulated ark shell	74.5*	16.0	4.7
11492	Corb shell	78.2*	16.0	4.9

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
11564	Hard-shelled mussel, raw	79.5*	16.0	5.0
11635	Shrimp, opossum shrimp, salt-fermented	28.3	2.2	12.9
11639	Shrimp, metapenaeus shrimp, salt-fermented	28.3	2.2	12.9
11645	Shrimp, salt-fermented (Summer prepared)	28.3*	1.8	15.7
11646	Shrimp, salt-fermented (Fall prepared)	28.3	1.8	15.7
11652	Common squid, raw	7.7*	12.5	0.6
11654	Common squid, broiled	7.7	12.5	0.6
11655	Common squid, boiled	7.7*	15.0	0.5
11659	Common squid, salt-fermented, squid	14.8*	12.5	1.2
11660	Common squid, salt-fermented, squid, spiced	14.8	12.5	1.2
12005	Laver, dried	1633.4*	1364.0	1.2
12006	Laver, dried, superior quality	1633.4	1364.0	1.2
12007	Laver, dried, ordinary quality	1633.4	1364.0	1.2
12008	Laver, dried, inferior quality	1633.4	1364.0	1.2
12009	Laver, toasted	1600.7*	1444.0	1.1
12010	Laver, for rice roll	1633.4	1364.0	1.2
12011	Laver, seasoned, toasted	1600.7	1364.0	1.2
12012	Laver, korean type, dried	1633.4	1364.0	1.2
12013	Laver, Japanese type, dried	1633.4	1364.0	1.2
12017	Sea tangle, dried	200.2*	1364.0	0.1
12018	Sea tangle, dried, sea tangle	200.2	1364.0	0.1
12019	Sea tangle, dried, SK	200.2	1364.0	0.1
12020	Sea tangle, dried, lku	200.2	1364.0	0.1
12035	Sea mustard, dried	153.8*	1058.3	0.1
12038	Sea mustard, stem, salted	34.7*	426.4	0.1
13009	Cow's milk, raw milk	9.7	0.6	16.2
13010	Cow's milk, ordinary liquid milk	9.7*	0.6	16.2
13011	Liquid milk containing recombined milk, High fat	9.7	5.3	1.8
13012	Cow's milk, liquid milk containing recombined milk, low fat	9.7	5.4	1.8
13013	Cow's milk, liquid milk containing recombined milk, low fat (with chocolate)	9.7	5.4	1.8
13014	Cow's milk, liquid milk containing recombined milk, low fat (with coffee)	9.7	5.4	1.8
13015	Cow's milk, liquid milk containing recombined milk, ordinary solids	9.7	5.0	1.9
13016	Cow's milk, liquid milk containing recombined milk, high solids	9.7	5.4	1.8
13017	Milk, chocolate, whole, fluid	9.7	5.0	1.9
13018	Cow's milk, liquid milk containing recombined milk, skim milk	9.7	4.6	2.1
13031	Yoghurt, liquid type	32.1*	10.5	3.1
13032	Yogurt, curd, type	23.7*	12.0	2.0
13033	Yoghurt, curd type, strawberry	23.7	12.0	2.0
13034	Yogurt, plain, skim milk	23.7	12.0	2.0
13035	Yoghurt, curd type, skim milk, sweetened	23.7	12.0	2.0
13036	Cheese, processed	61.0*	31.0	2.0
13037	Cheese, natural	61.0	31.0	2.0
13038	Cheese, mozzarella	61.0	7.0	8.7
13039	Cheese, cheddar	61.0	18.4	3.3
13040	Cheese, cottage	61.0	12.0	5.1

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
15001	Carrot juice, canned	25.6*	3.8	6.7
15041	Beer, alcohol 4.5%	19.9*	6.0	3.3
15042	Beer, raw type, alcohol 4.2%	19.9	6.0	3.3
15043	Beer, imitation type, alcohol 4.5%	19.9	6.0	3.3
15044	Beer, black beer, alcohol 5%	19.9	6.0	3.3
16001	Soy sauce, shoyu (Japanese style)	45.4*	19.0	2.4
16002	Soy sauce, Kan Jang (Korean style)	45.4	20.0	2.3
16003	Soy sauce, chukyum soy sauce	45.4	17.0	2.7
16004	Mustard, powder	165.9*	1199.0	0.1
16009	Red pepper powder	21.6*	106.8	0.2
16010	Ko Ch'u Jang (Fermented 5% red pepper soybean paste)	53.5*	74.6	0.7
16018	Soybean paste, soybean paste	89.4*	33.0	2.7
16019	Soybean paste, soybean paste with barley	89.4	33.0	2.7
16020	Soybean paste, seasoned	89.4	33.0	2.7
16021	Soybean paste, miso (Japanese style soybean paste)	89.4	33.0	2.7
16022	Soybean paste, Korean style	89.4	33.0	2.7
16066	Chong Kuk Jang (Fermented soybean)	386.7*	33.0	11.7
17002	Soy sauce, Yangjo soy sauce 501S, Saempyo	45.4	19.0	2.4
17003	Soysauce, Yangjo soy sauce 701, Saempyo	45.4	19.0	2.4
17004	Soysauce, Jinsoysauce GeumF3, Saempyo	45.4	19.0	2.4
17005	Soysauce, Jinsoysauce S, Saempyo	45.4	19.0	2.4
17018	Imitation crab meat, Saeng saeng, Jinjuham	6.4	1.9	3.4
17019	Imitation crab meat, Dongwon	6.4	1.9	3.4
17023	Ko Chu Jang, glutious rice taste, Daerim	53.5	74.6	0.7
17044	Soybean paste, Soybean paste, Daerim	89.4	33.0	2.7
17045	Soybean paste, Jigae Soybean paste, Daerim	89.4	33.0	2.7
17048	Soybean milk, Vegemil adult, Vegemil	34.1	1.5	22.7
17049	Soybean milk, Vegemil Infant, Vegemil	34.1	1.5	22.7
17051	Peanut, Honeypeanut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17052	Peanut, Nutplaza, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17053	Peanut, Matpeanut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17054	Peanut, Mec-geo-bon walnut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17055	Peanut, Mixnut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17056	Peanut, Al peanut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17057	Peanut, Casheunut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17058	Peanut, Coffee peanut, Woosung food	136.2	98.6	1.4
17060	Ramyun, Neoguri mild taste, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17061	Ramyun, Neoguri hot taste, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17062	Ramen, New myun, Binggrae	23.4	17.6	1.3
17063	Ramen, Matbomyun, Binggrae	23.4	17.6	1.3
17064	Ramen, Samyang Ramen, Samyang	23.4	17.6	1.3
17065	Ramyun, Big Bowl Noodle Shrimp Taste, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17066	Ramyun, Shin Ramen, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17067	Ramyun, Ansung Tang Myun, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17068	Ramyun, Yukgaejang, Nongshim	23.4	17.6	1.3

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
17069	Ramen, Yukejang, Samyang	23.4	17.6	1.3
17070	Ramen, Jin Ramen, Ottogi	23.4	17.6	1.3
17071	Ramyun, Big Bowl Noodle Chajang Taste, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17072	Ramyun, Calcium Ansong Tang Myun, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17073	Ramen, Capteen Hot Beef, Binggrae	23.4	17.6	1.3
17074	Ramen, Capteen Premium Budaejungol, Binggrae	23.4	17.6	1.3
17075	Ramen, Capteen Premium Yukgaejang, Binggrae	23.4	17.6	1.3
17076	Ramen, Kun Nambi Yukejang, Samyang	23.4	17.6	1.3
17077	Ramyun, Big Bowl Noodle Chajang Taste, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17078	Ramyun, Big Bowl Noodle Udon Taste, Nongshim	23.4	17.6	1.3
17261	Yogurt, Yogurt, Namyang	32.1	10.5	3.1
17262	Yogurt, Strawberry Yogurt, Pasteur	32.1	10.5	3.1
17263	Yogurt, Yogurt, Maeil	32.1	10.5	3.1
17264	Yogurt, GG, Maeil	32.1	10.5	3.1
17265	Yogurt, Metchnikoff (peach), Korea Yagurt	32.1	10.5	3.1
17266	Yogurt, Metchnikoff (apple), Korea Yagurt	32.1	10.5	3.1
17267	Yogurt, Metchnikoff (grape), Korea Yagurt	32.1	10.5	3.1
17268	Yogurt, Bulgaris strawberry, Namyang	32.1	10.5	3.1
17269	Yogurt, Bulgaris apple, Namyang	32.1	10.5	3.1
17270	Yogurt, Bulgaris grape, Namyang	32.1	10.5	3.1
17271	Yogurt, Bipedus yogurt (strawberry), Maeil	32.1	10.5	3.1
17272	Yogurt, Bipedus yogurt (apple), Maeil	32.1	10.5	3.1
17273	Yogurt, Bbuyo (apple), Korea Yagurt	32.1	10.5	3.1
17274	Yogurt, Yagurt Ace, Korea Yagurt	32.1	10.5	3.1
17275	Yogurt, Yagurt, Korea Yagurt	32.1	10.5	3.1
17276	Yogurt, Yogo Yogo apple, Haitai	32.1	10.5	3.1
17277	Yogurt, GG yogurt (apple), Maeil	32.1	10.5	3.1
17278	Yogurt, GG yogurt (grape), Maeil	32.1	10.5	3.1
17279	Yogurt, Grape Yogurt, Pasteur	32.1	10.5	3.1
17280	Yogurt, Curd type, Super 100 (strawberry), Korea Yagurt	23.7	12.0	2.0
17281	Yogurt, Curd type, Super 100 (peach), Korea Yagurt	23.7	12.0	2.0
17282	Yogurt, DHA Yogurt (apple), Pasteur	32.1	10.5	3.1
17283	Milk, High calcium milk, Lotte	9.7	0.6	16.2
17284	Milk, Einstein IQ, Namyang	9.7	5.0	1.9
17285	Milk, 3.4 milk, Namyang	9.7	5.0	1.9
17286	Milk, Milk, Namyang	9.7	5.0	1.9
17287	Milk, Lowhit-1, Pasteur	9.7	0.06	161.7
17288	Milk, A grade milk, Maeil	9.7	0.6	16.2
17289	Milk, Milk, Maeil	9.7	0.6	16.2
17290	Milk, mil-Q 7, Binggrae	9.7	0.6	16.2
17291	Milk, mil-Q strawberry flavored milk, Binggrae	9.7	5.0	1.9
17292	Milk, mil-Q choco flavored milk, Binggrae	9.7	5.0	1.9
17293	Milk, mil-Q coffee flavored milk, Binggrae	9.7	5.0	1.9
17294	Milk, mil-Q family milk, Binggrae	9.7	0.6	16.2
17295	Milk, banana flavored milk, Binggrae	9.7	5.0	1.9

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

Table 2. Continuation

Food code	Food	Folate ($\mu\text{g}/100\text{ g}$)		Ratio ²⁾
		Replaced value	Value in the 7th database ¹⁾	
17296	Milk, Hi-Calcium milk, Maeil	9.7	0.6	16.2
17297	Milk, than-Q 4.3, Binggrae	9.7	0.6	16.2
17298	Milk, Einstein, Namyang	9.7	5.0	1.9
17299	Milk, Milk, Yonsei milk	9.7	0.6	16.2
17300	Milk, Teun Teun milk, Haitai	9.7	0.6	16.2
17301	Milk, Fresh milk, Pasteur	9.7	0.6	16.2
17312	Bab, Five grains bab, Cheiljedang	9.1	2.2	4.1
17313	Bab, Het-bahn, Cheiljedang	9.1	2.2	4.1
17320	Canned tuna, Hot pepper tuna, Dongwon	10.7	4.6	2.3
17321	Canned tuna, Standard tuna, Dongwon	10.7	4.6	2.3
17322	Canned tuna, Vegetable tuna, Dongwon	10.7	4.6	2.3
17323	Canned tuna, Chajang tuna, Dongwon	10.7	4.6	2.3
17324	Canned tuna, Fresh tuna, Dongwon	10.7	4.6	2.3
17333	Cheese, Rogenhyme, Namyang	61.0	31.0	2.0
17334	Cheese, Angpang, Seoul milk	61.0	31.0	2.0
17386	Ketchup, Daesang	35.1	94.2	0.4
17387	Ketchup, Ketchup, Dongwon	35.1	94.2	0.4
17388	Ketchup, Sense ketchup, Dongwon	35.1	94.2	0.4

* Analyzed value

1) Korean Nutrition Society²⁰⁾

2) Ratio = Folate value replaced in this study/folate value in the 7th database

추김치 115 μg , 총각김치 58.9 μg 으로 엽산의 함량이 매우 높은 수준이었다. 11종류의 채소를 가열조리 하였을 때 엽산 손실은 15~70%, 평균 32% 정도로 나타나 가열조리에 의한 엽산 손실이 곡류, 두류에 비해서 높은 편이었다. 버섯류는 가열조리 시 엽산의 손실률이 35~74%로 매우 높았으며, 과일류에서는 참외와 딸기의 엽산함량이 각각 132.4 μg 과 127.3 μg 으로 높았는데, 이는 미국인의 엽산 급원식품으로 알려진 오렌지보다 높은 값이었다. 그러나 참외의 경우 세 개의 다른 참외로부터 얻은 엽산값에 차이가 많이 있었으므로 좀 더 분석해 보아야 할 것이다. 또한 난류에서 계란과 메추리알의 엽산함량은 각각 124.5 μg 과 231.3 μg 이었으며 이들은 가열조리 시에 엽산의 손실이 평균 7%로 적은 편이었다. 우유 및 유제품에서는 치즈의 엽산함량이 61.0 μg 이었고 우유의 엽산함량은 9.7 μg 이었으며, 육류에는 엽산 함량이 낮았다. 어류의 엽산함량은 멸치가 107.5 μg 으로 가장 높았고, 해조류에서는 김 1633.4 μg , 다시마 200.2 μg , 미역 153.8 μg 등으로 매우 높았는데, 이것은 건조된 상태의 식품이기 때문에 단위중량 당 엽산 함량이 높았다. 맥주의 엽산함량은 19.9 μg 이었으며, 한국 전통장류인 청국장, 된장, 고추장의 경우 각각 386.7 μg , 89.3 μg , 53.5 μg 으로서 장류에도 엽산함량이 높았다.

Table 2는 한국인 영양권장량 제 7 차 개정판에 수록된

식품영양가표에 새로운 엽산함량을 대입하여 보완한 것으로, 보완한 값을 기존의 값과 비교한 결과를 제시하였다. 비교한 값이 1이면 두 값의 차이가 없다는 뜻이며, 2이면 대체한 값이 2배라는 의미이다. 본 연구에서 분석한 엽산함량 값이 있는 식품은 모두 142개였으나, 가열한 식품코드가 따로 없는 2개의 식품(아욱, 삼겹살)은 식품영양가표에 엽산 함량을 생 것 하나만 대입하였기 때문에 식품을 직접 분석하여 얻은 엽산함량을 대입한 식품코드의 수는 140개였다. 기존의 식품영양가표에 비해 엽산 함량이 두 배 이상 높게 측정된 식품이 140개 중 70개 이었으며, 옥수수, 두유, 근대, 열무김치, 마늘, 콩나물, 삼겹살, 계란, 새우젓, 우유, 고추장은 10배 이상 높은 결과를 얻었다. 뿐만 아니라 우유의 경우 분석값이 160배가 넘는 것도 있었다(#17287). 반면 분석한 값이 기존의 데이터베이스보다 절반 이하로 낮게 분석된 식품은 보리밥, 팥 (말린 것, 삶은 것), 고구마줄기, 토마토케찹, 표고버섯 (삶은 것), 딸기잼, 수박, 다시마 (말린 것), 미역 (말린 것), 미역줄기 (염장품), 겨자분말, 고춧가루 등 13개이었다.

Table 3은 식품영양가표에 새롭게 엽산함량 보완한 식품의 개수를 식품군별로 7차 식품영양가표와 비교한 것이다. 7차 식품영양가표는 모두 19개 식품군, 2,932개 식품을 수록하고 있으며 본 연구에서 분석값을 대입한 엽산함

Table 3. Total numbers of foodcodes of each food group replaced in this study

Food group	Number of foodcodes in the 7th database	Number of foodcodes replaced with analyzed values	Number of foodcodes replaced with substituted values	Total number of foodcodes replaced in this study
1. Cereals and grain products	286	13 (4.6) ¹⁾	31 (10.8)	44 (15.4)
2. Potatoes and starches	45	3 (6.7)	2 (4.4)	5 (11.1)
3. Sugars and sweeteners	52	-	-	-
4. Legumes and their products	52	9 (17.3)	10 (19.2)	19 (36.5)
5. Seeds	67	1 (1.5)	2 (3.0)	3 (4.5)
6. Vegetables	334	47 (14.1)	23 (6.9)	70 (21.0)
7. Mushrooms	36	6 (16.7)	1 (2.8)	7 (19.5)
8. Fruits	166	14 (8.4)	18 (10.9)	32 (19.3)
9. Meats, Poultry	246	9 (3.7)	47 (19.1)	56 (22.8)
10. Eggs	20	4 (20.0)	6 (30.0)	10 (50.0)
11. Fishes and shell fishes	683	17 (2.5)	17 (2.5)	34 (5.0)
12. Seaweeds	63	5 (7.9)	10 (15.9)	15 (23.8)
13. Milk and dairy products	47	4 (8.5)	16 (34.0)	20 (42.5)
14. Oils	24	-	-	-
15. Beverages	95	2 (2.1)	3 (3.2)	5 (5.3)
16. Seasonings	84	6 (7.1)	6 (7.1)	12 (14.2)
17. Processed foods	449	-	91 (20.3)	91 (20.3)
18. Weaning foods	167	-	-	-
19. Other	16	-	-	-
Total	2,932	140 (4.8)	283 (9.6)	423 (14.4)

1) Percentage of foodcodes of each food group in the 7th database

량은 14개 식품군 140개로 이는 식품의 4.8%에 불과하였으나, 대체값까지 고려하면 전체 식품의 14.4% (423개)를 보완할 수 있었다. 이들을 식품군별로 살펴보면 조리가공식품류 91개, 채소류 70개, 육류 및 가금류 56개, 곡류 44개, 어류 34개, 과일류 32개의 순이었으며, 각 식품군에 있는 식품수에 대한 비율로는 난류 50%, 유류 42.5%, 두류 36.5%의 순으로 보완되었다. 그러나 본 연구에서는 엽산함량이 매우 적거나 없을 것으로 예상되는 당류, 유지류 등은 분석하지 않았으며, 종실류, 감자류, 음료류, 버섯류 등도 그 수가 매우 적었다.

고 찰

식품 중의 엽산함량을 분석한 결과, 녹색채소 뿐만 아니라 한국인이 많이 섭취하는 두류, 김치류, 장류, 해조류의 엽산함량이 높은 편이었다. 분석된 엽산 함량과 기존 식품영양가표의 엽산함량을 비교한 결과 분석값은 식품영양가표과 큰 차이를 나타냈다. 140개 식품 중 70개가 기존 값의 두 배 이상 높게 측정되었으며, 10배 이상 높게 측정된 식품도 16개나 되었다. 이와 같이 대부분 높은 값을 나타낸 것은 본 실험에서는 trienzyme 방법으로 식품 중의 엽산을 추출하여 이전의 분석 방법에 비해 효율적으로 엽산이 추

출되었기 때문이다. 110종의 식품을 기존의 방법인 conjugase만을 이용한 방법과 새로운 방법인 trienzyme 방법으로 엽산을 측정하여 비교한 연구 결과³⁰⁾에 의하면 trienzyme 방법이 기존의 방법에 비해 평균 79% 높게 측정되었다. 따라서 trienzyme 방법으로 분석한 결과가 기존의 식품영양가표에 비해 높은 값을 갖게 된 것이다. 특히 한국인이 주식으로 섭취하는 밥의 경우 기존 영양가표에 비하여 4.1배 정도 높았다. 국민영양조사 결과²⁸⁾에 의하면 밥은 철분, 티아민, 나이아신 등 여러 미량원소의 첫 번째 급원식품이며, 한국인의 밥의 섭취량을 감안할 때 밥의 엽산함량은 한국인의 엽산 섭취량을 계산하는데 매우 영향력이 클 것이므로, 본 연구에서는 쌀과 밥의 경우 buffer와의 희석 비율과 α -amylase의 농도를 달리 하여 여러 번의 반복실험으로 값을 확인하였다. 본 연구결과를 적용하여 엽산 섭취량을 계산한 결과 밥은 전체 엽산의 10%를 공급하는 두 번째 급원식품으로 나타났다.²⁹⁾

반면 분석값이 기존의 데이터베이스보다 절반 이하의 낮은 값으로 대입된 식품은 13개이었다. 기존의 식품영양가표로 엽산 섭취량을 계산한 연구²¹⁾에서 20위 정도의 엽산 급원식품이었던 겨자가루, 토마토케찹, 다시마 등을 본 연구에서 분석한 결과 실제로는 엽산 함량이 훨씬 낮았다. 이들이 급원식품으로 조사된 이유는 대체값과 계산값을 수록하

는 과정에서 일부 식품의 경우 실제 식품중의 엽산 함량보다 훨씬 높은 값으로 계산되었기 때문으로 생각되었다.

그러나 본 연구에서 분석한 식품은 청주시의 세 군데 또는 다섯 군데에서 판매되는 식품을 구입하여 분석한 것으로 같은 품목의 식품 중 엽산함량의 변이계수 ($[\text{표준편차}/\text{평균}] \times 100$)가 적은 것도 있지만 과일과 채소의 경우 변이계수가 평균 30% 내외로 매우 높은 편이었다. 이는 과일과 채소의 경우 수확 후 저장조건 및 기간 등에 따라 차이가 크기 때문으로 이와 같이 변이계수가 큰 식품의 경우 다양한 지역에서 더 많은 수의 식품을 대상으로 측정해 보는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

어떤 개인 또는 집단을 대상으로 식이섭취 조사를 한 후 영양소 섭취량을 계산한 결과는 식품영양가표에 따라 매우 달라질 수 있다. 대학생 106명을 대상으로 3일간 24시간 회상법을 실시하여 얻은 동일한 식이섭취자료를 이용하여 엽산의 섭취량을 6차 식품영양가표로 계산하였을 때에는 남, 녀 각각 일일 평균 섭취량이 173 μg , 125 μg 이었으며, 7차 식품영양가표로 계산하였을 때에는 남, 녀 각각 222 μg , 168 μg 이었다.²¹⁾ 그러나 본 연구로 보완한 데이터베이스를 이용하였을 때 남, 녀 각각 406 μg , 305 μg 로 7차 식품영양가표로 계산한 값의 약 1.8배이었다. 이 결과는 1990년대 초 미국과 유럽의 국민영양조사 결과^{32,33)}인 남자 197~343 μg , 여자 168~320 μg 보다 높았으며, 곡류에 엽산강화를 시행하지 않는 네덜란드, 덴마크, 핀란드, 스페인, 코스타리카 등의 최근 연구 결과^{34~38)}인 200~280 μg 보다 높았다. 각각의 연구에서 사용된 식이섭취조사 방법과 데이터베이스 등이 다르기 때문에 다른 나라의 영양소 섭취량을 직접 비교하여 평가하기는 어렵지만, 본 연구 결과는 trienzyme방법으로 측정된 엽산값을 이용하여 데이터베이스를 새로 구축하고 섭취량을 평가함으로써 지금까지 보고된 다른 나라의 결과보다 높은 섭취량을 얻었다고 생각된다.

32개의 식품을 가열하여 엽산의 손실률을 계산한 연구 결과²⁹⁾ 식품의 종류와 가열시간에 따라 엽산은 약 2%에서 86%까지 손실되었으며, 평균 손실률은 29%이었다. 이 결과를 고려해 볼 때, 본 연구에서 보완한 데이터베이스는 110개의 생식품과 32개의 가열식품이었으므로 섭취량이 과대평가된 부분도 있을 것이다. 그러나 한국 대학생의 주요 엽산급원식품으로 평가된 밥, 계란, 김, 시금치, 콩나물 등은 가열한 값을 사용한 것이며, 전체 엽산 섭취량의 약 40%를 차지하는 김치, 과일, 우유 등은 생으로 섭취하는 것이기 때문에 생식품의 엽산값을 이용함으로써 높게 평가된 엽산 섭취량은 최대로 약 10% (30~40 μg) 정도일 것으로 추정된다. 이와 같이 가열한 식품을 섭취하였으나 생식품

의 영양소 분석값을 이용하여 섭취량을 계산함으로써 섭취량이 과대평가될 수 있다는 점은 엽산 뿐만이 아니라 다른 미량 원소들의 섭취량 계산에서도 마찬가지로 나타나는 문제점이다. 따라서 모든 영양소에 대해 가열식품에 대한 데이터베이스를 보완하는데 노력해야 할 것이다.

엽산의 영양상태는 엽산의 섭취량과 적혈구 및 혈청 엽산의 농도, 혈장 호모시스테인 농도 등을 측정하여 종합적으로 판정할 수 있다. 엽산의 섭취량과 혈중 엽산 농도에 관한 지금까지의 국내 연구결과를 보면 대부분 엽산 섭취량은 매우 불량한데 혈중 엽산 농도에서는 결핍의 비율이 그리 높지 않았다.¹⁶⁻¹⁸⁾ 예를 들어 6차 식품영양가표를 이용하여 엽산 섭취량을 계산한 여대생 대상의 두 연구에서 엽산 섭취량은 각각 126.7 μg 과 139.8 μg 으로 권장량인 250 μg 에 훨씬 미치지 못하였으나, 혈청 엽산의 결핍은 없었으며, 적혈구 엽산의 결핍도 한 연구에서만 11%이었다.^{16,18)} 이와 같이 지금까지는 엽산 섭취량은 매우 낮았으나 혈액검사 결과 엽산의 영양상태는 비교적 양호하여 조사 대상의 엽산 영양상태를 판정하기에 어려움이 있었다. 그러나 본 연구로 보완한 데이터베이스를 이용하여 섭취량을 새로 계산한 대학생 연구에서는 섭취량이 비교적 양호한 것으로 나타났으며 (남 406 μg , 여 305 μg), 이들 대학생의 혈액 분석 결과를 보면 적혈구 엽산이 결핍인 대상자는 없었으며, 혈청 엽산이 결핍인 경우는 약 4%, 혈장 호모시스테인이 15 $\mu\text{mol/L}$ 이상으로 상승한 경우는 약 5%로 대부분 양호하였다.²⁹⁾ 즉, 기존의 식품영양가표로 엽산섭취량을 계산한 연구 결과는 실제 대상자의 엽산 섭취가 불량이라기보다는 식품영양가표가 미흡하였기 때문인 것으로 평가되며, 따라서 기존의 식품영양가표보다는 본 연구 결과로 보완된 식품영양가표가 엽산의 섭취량을 좀 더 잘 반영한다고 할 수 있을 것이다.

요약 및 결론

본 연구에서는 한국인 상용식품에 들어 있는 엽산의 함량을 trienzyme으로 처리한 후 미생물학적 방법으로 분석하고 이를 이용하여 한국인 영양권장량 제 7차 개정판에 있는 식품영양가표를 새롭게 보완하고자 하였다.

1) 단위중량 당 엽산함량이 높은 식품은 김, 청국장, 대두, 시금치, 흑태, 쑥갓, 녹두, 메추라기알의 순이었으며, 대체로 두류, 녹색채소류, 난류, 장류, 해조류 등의 엽산함량이 높았고, 육류 및 가금류, 어류, 일부 과일 등의 엽산 함량은 낮았다.

2) 분석된 엽산 값을 한국인 영양권장량 제 7차 개정판 식품영양가표에 있는 엽산값과 비교한 결과 기존의 식품영

양가표에 비해 엽산 함량이 두 배 이상 높게 측정된 식품이 140개 중 70개 이었으며, 기존의 값보다 절반 이하로 낮게 분석된 식품은 13개이었다. 이와 같이 많은 식품들에 있어서 실제 분석하여 얻은 엽산함량은 식품영양가표에 수록된 값과 매우 큰 차이를 보였다.

3) 본 연구에서 분석한 엽산값을 기존의 식품영양가표에 대입한 식품의 수는 140개였고 이를 이용하여 283개의 식품에 엽산값을 대체하여 총 423개 식품, 즉 전체 식품 2,932개 중 14.4%의 엽산함량을 보완하였다.

본 연구에서 한국인 상용식품의 엽산함량을 분석한 결과 많은 식품들의 엽산함량이 7차 식품영양가표와 차이가 많았으며, 대체로 높게 나타났다. 이는 7차 식품영양가표가 주로 외국의 자료를 인용하였기 때문에 한국 식품과는 차이가 있기 때문이며, 또 본 연구에서는 기존의 방법보다 식품 중의 엽산을 더 효율적으로 추출해낼 수 있는 trienzyme 방법을 이용하여 분석하였기 때문이다. 본 연구에서 분석하지 않았으나 한국인들이 자주 먹는 식품에 대해서는 앞으로 엽산함량을 분석하여 보완해 나가야 할 것이며, 특히 가열 조리 식품에 대한 엽산함량을 분석하여야 더 정확한 엽산 섭취량을 계산할 수 있으리라고 생각된다. 식품영양가표는 공신력있는 기관에서 표준화된 분석방법을 이용하여 지속적으로 분석하고 그 결과를 연구자들이 이용해야 하는 것이지만 그러한 자료가 나올 때까지 본 연구에서 제시한 엽산의 식품영양가표가 한국인의 엽산 섭취량을 좀 더 정확하게 파악할 수 있을 뿐 아니라 엽산 영양상태와 여러 가지 질병과의 관련성을 연구하는데 도움이 될 수 있기를 기대한다.

Literature cited

- 1) Lucock M. Folic acid: nutritional biochemistry, molecular biology, and role in disease processes. *Mol Genet Metab* 71: 121-138, 2000
- 2) MRC Vitamin Study Research Group. Prevention of neural tube defects: results of the Medical Research Council Vitamin Study. *Lancet* 338: 131-137, 1991
- 3) Williams LJ, Mai CT, Edmonds LD, Shaw GM, Kirby RS, Hobbs CA, Sever LE, Miller LA, Meaney FJ, Levitt M. Prevalence of spina bifida and anencephaly during the transition to mandatory folic acid fortification in the United States. *Teratology* 66: 33-39, 2002
- 4) James SJ, Pogribna M, Pogribny IP, Melnyk S, Hine RJ, Gibson JB, Yi P, Tafoya DL, Swenson DH, Wilson VL, Gaylor DW. Abnormal folate metabolism and mutation in the methylenetetrahydrofolate reductase gene may be maternal risk factors for Down syndrome. *Am J Clin Nutr* 70: 495-501, 1999
- 5) Al-Gazali LI, Padmanabhan R, Melnyk S, Yi P, Pogribny IP, Po-

- gribna M, Bakir M, Hamid ZA, Abdulrazzaq Y, Dawodu A, James SJ. Abnormal folate metabolism and genetic polymorphism of the folate pathway in a child with Down syndrome and neural tube defect. *Am J Med Genet* 103: 128-132, 2001
- 6) van Rooij IA, Swinkels DW, Blom HJ, Merkus HM, Steegers-Theunissen RP. Vitamin and homocysteine status of mothers and infants and the risk of nonsyndromic orofacial clefts. *Am J Obstet Gynecol* 189: 1155-1160, 2003
- 7) Merkel M. Homocysteine as a risk factor of cardiovascular disease. *Int Congr Ser* 1262: 376-379, 2004
- 8) Moat SJ, Lang D, McDowell IFW, Clarke ZL, Madhavan AK, Lewis MJ and Goodfellow J. Folate, homocysteine, endothelial function and cardiovascular disease. *J Nutr Biochem* 15: 64-79, 2004
- 9) de Bree A, Verschuren WMM, Blom HJ, Nadeau M, Trijbels FJM, Kromhout D. Coronary heart disease mortality, plasma homocysteine, and B-vitamins: a prospective study. *Atherosclerosis* 166: 369-377, 2003
- 10) Mason JB, Levesque T. Folate: Effects on carcinogenesis and the potential for cancer chemoprevention. *Oncology* 10: 1727-1736, 1996
- 11) Kim Y-I. Folate and carcinogenesis: Evidence, mechanism, and implications. *J Nutr Biochem* 10: 66-88, 1999
- 12) Choi SW, Mason JB. Folate and carcinogenesis: an integrated scheme. *J Nutr* 130: 129-132, 2000
- 13) Morris MS. Homocysteine and Alzheimer's disease. *Lancet Neurol* 2: 425-428, 2003
- 14) Luchsinger JA, Mayeux R. Dietary factors and Alzheimer's disease. *Lancet Neurol* 3: 579-587, 2004
- 15) Miller JW. Folate, cognition, and depression in the era of folic acid fortification. *J Food Sci* 69: 61-64, 2004
- 16) Hyun T, Han YH, Lim EY. Blood folate level determined by a microplate reader and folate intake measured by a weighed food record, *Korean J Community Nutrition* 4 (4) : 512-520, 1999
- 17) Lim HS, Jin HO, Lee JA. Dietary intakes and status of folate in Korean women of child-bearing potential. *Korean J Nutrition* 33 (3) : 296-303, 2000
- 18) Ahn HS, Jeong EY, Kim SY. Studies on plasma homocysteine concentration and nutritional status of vitamin B₆, B₁₂ and folate in college women. *Korean J Nutrition* 35 (1) : 37-45, 2002
- 19) Korean Nutrition Society. Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, Seoul, 1995
- 20) Korean Nutrition Society. Recommended dietary allowances for Koreans, 7th revision, Seoul, 2000
- 21) Hyun T, Han YH. Comparison of folate intake and food sources in college students using the 6th vs. 7th nutrient database. *Korean J Nutrition* 34 (7) : 797-809, 2001
- 22) National Rural Living Science Institute. Food composition table, 6th revision, Rural Development Administration, 2001
- 23) Tamura T. Determination of food folate. *J Nutr Biochem* 9: 285-293, 1998
- 24) De Souza S, Eitenmiller R. Effects of different enzyme treatments on extraction of total folate from various foods prior to microbiological assay and radioassay. *J Micronutr Anal* 7: 37-57, 1990
- 25) Martin JI, Lenden WO, Jr, Soliman AGM, Eitenmiller RR. Ap-

- plication of a tri-enzyme extraction for total folate determination in foods. *J Assoc Off Anal Chem* 73: 805-808, 1990
- 26) Hyun TH, Tamura T. Trienzyme extraction in combination with microbiologic assay in food folate analysis: an updated review. *Exp Biol Med* 230: 444-454, 2005
 - 27) USDA. Composition of foods, raw, processed, prepared. USDA national nutrient database for standard reference, Release 17, 2004. (<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>)
 - 28) Ministry of Health and Welfare. Report on 1998 National Health and Nutrition Survey (Dietary Intake Survey), 1999
 - 29) Han YH, Yon M, Hyun TH. Folate intake estimated with an updated database and its association to blood folate and homocysteine in Korean college students. *Eur J Clin Nutr* 59: 246-254, 2005
 - 30) Yon M, Hyun TH. Folate content of foods commonly consumed in Korea measured after trienzyme extraction. *Nutr Res* 23: 735-746, 2003
 - 31) Tamura T. Microbiological assay of folates. In: Picciano MF, Stockstad ELR, Gregory JF, eds. Folic acid metabolism in health and disease. pp.121-137, Wiley-Liss, New York, 1990
 - 32) Ford ES, Bowman BA. Serum and red cell folate concentrations, race, and education: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Clin Nutr* 69: 476-481, 1999
 - 33) de Bree A, Dusselerop M, Brouwer IA, van het Hof KH, Steegers-Theunissen RP. Folate intake in Europe: recommended, actual and desired intake. *Eur J Clin Nutr* 51: 643-660, 1997
 - 34) de Bree A, Verschuren WMM, Blom HJ, Kromhout D. Association between B vitamin intake and plasma homocysteine concentration in the general Dutch population aged 20-65 y. *Am J Clin Nutr* 73: 1027-1033, 2001
 - 35) Rasmussen LB, Ovesen L, Bulow I, Knudsen N, Laurberg P, Perrild H. Folate intake, lifestyle factors, and homocysteine concentration in younger and older women. *Am J Clin Nutr* 72: 1156-1163, 2000
 - 36) Alfthan G, Laurinen MS, Valsta LM, Pastinen T, Aro A. Folate intake, plasma folate and homocysteine status in a random Finnish population. *Eur J Clin Nutr* 57: 81-88, 2003
 - 37) Planells E, Sanchez C, Montellano, Mataix J, Llopis J. Vitamin B₆, B₁₂ and folate status in an adult Mediterranean population. *Eur J Clin Nutr* 57: 777-785, 2003
 - 38) Kim MK, Ordovas JM, Selhub J, Campos H. B vitamins and plasma homocysteine concentrations in an urban and rural area of Costa Rica. *J Am Coll Nutr* 22: 224-231, 2003