

## 한국의 장류, 김치 및 식용 해조류를 중심으로 하는 일부 상용 식품의 비타민 B<sub>12</sub> 함량 분석 연구\*

곽충실<sup>1)§</sup> · 황진용<sup>1)</sup> · 와다나베 후미오<sup>2)</sup> · 박상철<sup>3)</sup>

서울대학교 노화고령사회연구소,<sup>1)</sup> 돗토리대학 생물자원환경학과,<sup>2)</sup> 서울대학교 노화 및 세포사멸연구센터<sup>3)</sup>

### Vitamin B<sub>12</sub> Contents in Some Korean Fermented Foods and Edible Seaweeds\*

Kwak, Chung Shil<sup>1)§</sup> · Hwang, Jin Yong<sup>1)</sup> · Watanabe, Fumio<sup>2)</sup> · Park, Sang Chul<sup>3)</sup>

Institute on Aging,<sup>1)</sup> Seoul National University, Seoul 110-810, Korea

Department of Agriculture,<sup>2)</sup> Biological and Environmental Sciences, Tottori University, Tottori 680-8550, Japan

The Aging and Apoptosis Research Center,<sup>3)</sup> Seoul National University, Seoul 110-510, Korea

#### ABSTRACT

There is a limitation to estimate vitamin B<sub>12</sub> intake due to lack of data on vitamin B<sub>12</sub> content in many Korean foods. In this study, vitamin B<sub>12</sub> content was determined in some soybean or vegetable-fermented foods, edible seaweeds and other frequently consumed foods in Korea by microbioassay using *Lactobacillus delbruecki* ATCC 7830. The traditional type of Doenjang and Chungkookjang contained 1.85  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  and 0.69  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  of vitamin B<sub>12</sub>, respectively, while the factory-type of Doenjang and Chungkookjang contained 0.04–0.86  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  and 0.06–0.15  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ . Vitamin B<sub>12</sub> was not detected in steamed soybeans and Tofu which is a not-fermented soybean product, indicating that vitamin B<sub>12</sub> in Doenjang and Chungkookjang might be produced during the fermentation process. The Korean-style soy sauce contained 0.04  $\mu\text{g}$  vitamin B<sub>12</sub>/100 mL, but vitamin B<sub>12</sub> was not detected in Japanese-style soy sauce and white miso. Commercial Kimchi, a representative Korean vegetable-fermented food, made of Korean cabbage, Yeolmu, or Mustard leaves contained 0.013–0.03  $\mu\text{g}$  vitamin B<sub>12</sub>/100 g, while Kimchi without red pepper and fermented fish sauce (White Kimchi) did not. Vitamin B<sub>12</sub> content was very high in some edible seaweeds such as laver (66.76  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dry weight) and sea lettuce (84.74  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  dry weight), and it was 17.12  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  of dried small anchovy, 1.07  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  of whole egg, and 0.02  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  of coffee mix. From these results, it is assumed that Koreans take substantial amount of vitamin B<sub>12</sub> from plant-origin foods. And, with these data, we will be able to calculate dietary vitamin B<sub>12</sub> content more correctly than before. In conclusion, soybean-fermented foods, Kimchi, laver and sea lettuce are recommendable as good sources of vitamin B<sub>12</sub> for vegetarians or Korean elderly on grain and vegetable based diet. (Korean J Nutr 2008; 41(5): 439~447)

**KEY WORDS:** vitamin B<sub>12</sub>, fermented foods, seaweeds, microbioassay.

## 서 론

비타민 B<sub>12</sub>는 수용성 비타민으로 체내 필요량은 매우 적은 수준이지만 필수적인 비타민으로 체내에서 메틸코발라민 또는 5'-데옥시아데노실코발라민으로 전환되어 각각 methionine

synthase와 L-methylmalonyl CoA mutase의 조효소로 작용하는데, 비타민 B<sub>12</sub>의 가장 중요한 기능은 methionine synthase를 도와 methyl-tetrahydrofolate로부터 메틸기를 호모시스테인으로 전달하여 메티오닌을 합성하는 일이다. 비타민 B<sub>12</sub>가 결핍되면 주로 빈혈 증세 (macrocytosis)와 신경계통의 이상이 나타나며, 위염, 위궤양, 식욕부진, 변비 또는 설사 등 위장계통의 이상을 보인다고 알려져 있으나 실제로는 비타민 B<sub>12</sub>가 크게 결핍된 경우에도 빈혈이 없는 경우가 매우 많다.<sup>5)</sup> 그러나, 지금까지 임상적으로 거대적아구성 빈혈을 가장 중요한 비타민 B<sub>12</sub> 결핍의 증거 기준으로 삼아 왔기 때문에 실제보다 비타민 B<sub>12</sub> 결핍의 빈도가 매우 낮게 평가되어 왔고, 그로 인하여 비타민 B<sub>12</sub>에 대한 관

접수일 : 2008년 7월 2일 / 수정일 : 2008년 7월 13일

채택일 : 2008년 7월 18일

\*This research was supported by the grants from SRC program (The Aging and Apoptosis Research Center) of the Korea Science and Engineering Foundation (R11-2002-097-05 001-0) and from Soonchang-Gun (2007).

§To whom correspondence should be addressed.

E-mail : kwaks@snu.ac.kr

심은 별로 크지 않았다.<sup>1)</sup>

최근 전 세계적으로 급격한 노령화와 함께 심혈관질환이나 당뇨, 암, 치매 등의 질환이 크게 증가하여 심각한 사회적 문제를 야기하고 있다. 인체 내 비타민 B<sub>12</sub>가 부족하게 되면 메티오닌의 합성이 저해되어 혈중 호모시스테인 농도가 상승하게 되는데 혈중 호모시스테인 농도의 상승은 인슐린 저항성이나<sup>2)</sup> 심혈관계 질환의 발병 위험성과 깊은 상관관계를 보이기 때문에<sup>3)</sup> 중년기 이후 많은 관심을 가져야 할 부분이다. 또한, 비타민 B<sub>12</sub> 부족으로 인한 빈혈이 있는 사람에게서 위암의 위험도가 3배 이상 높았다는 보고가 있어<sup>4,5)</sup> 위암 발병율이 매우 높은 한국인들은 특별히 더 관심을 가져야 할 필요가 있다고 본다. 그 밖에, 비타민 B<sub>12</sub>의 결핍 식이를 먹은 흰쥐의 대장 점막세포에서 uracil의 양이 증가하고 DNA의 메틸화가 감소하는 결과를 보여 대장암의 한 요인이 될 수 있다는 보고도 있었다.<sup>6)</sup> 비타민 B<sub>12</sub>가 결핍되면 methyl-tetrahydrofolate가 더 이상 대사되지 못하여 엽산 결핍과 동일한 증세가 나타나는 것으로 알려져 있고, 체내 비타민 B<sub>12</sub>와 엽산이 부족한 경우 청신경의 myelination에 문제를 가져오기 때문에 노인들의 청력 저하와 관련이 있었으며,<sup>7)</sup> 최근에는 인지 기능과 정신적 기능의 저하와도 관련이 있다고 보고가 잇따르면서<sup>8-10)</sup> 노화 과정에서 비타민 B<sub>12</sub>의 중요성이 새롭게 부각되고 있다.

그러나, 노화가 진행될수록 위산분비 감소, 위축성 위염, 박테리아 과다성장 등으로 인하여 비타민 B<sub>12</sub>의 흡수율이 저하하는 동시에 박테리아에 의한 소모가 증가하여 혈중 비타민 B<sub>12</sub>의 농도가 감소하는 경향이 있다.<sup>4)</sup> 실제로 노인들에서 비타민 B<sub>12</sub>의 경미한 부족은 매우 흔하게 관찰되고 있는데, 비타민 B<sub>12</sub>의 주요 급원인 동물성 식품을 많이 섭취하는 서구의 노인에서도 10~30%에 달하는 것으로 보고되었으며<sup>11,12)</sup> 채식하는 홍콩노인의 약 75%가 비타민 B<sub>12</sub> 부족의 가능성을 보였다고 하였다.<sup>13)</sup>

비타민 B<sub>12</sub>는 일부 박테리아에 의해서만 합성이 가능하며 먹이사슬을 통하여 상위 포식자의 생체 내에 축적이 되기 때문에 일반적으로 동물의 내장 및 근육을 비롯하여 동물성 식품이 비타민 B<sub>12</sub>의 주요 급원으로 알려져 왔으나, 템페와 같은 대두발효식품이나<sup>14-16)</sup> 김과 같은 일부 식물성 식품에도 많은 양의 비타민 B<sub>12</sub>가 있음이 보고되었다.<sup>17)</sup> 이러한 보고들은 특히 다양한 발효식품과 해조류를 즐겨 먹는 한국인에게 시사하는 바가 크다. 지금까지 국내에서 비타민 B<sub>12</sub> 연구에 대한 관심이 매우 부족하였던 관계로 아직까지 한국인을 대상으로 하는 비타민 B<sub>12</sub> 관련 연구는 미미한 실정이다. 다행히 최근 그 중요성을 인식하여 비타민 B<sub>12</sub>에 대한 1일 권장량이 2005년에 설정되었지만 국내 연

구 기초 자료가 별로 없어 미국이나 캐나다 섭취기준 설정 방법을 참고하였다고 한다.<sup>18)</sup> 사람을 대상으로 하는 비타민 B<sub>12</sub> 연구를 하기 위해서는 기본적으로 식품으로부터 섭취한 비타민 B<sub>12</sub> 양을 정확하게 계산해 내는 것이 필수적인데도 불구하고 현재 국내에서 사용하고 있는 식품성분표에 표시되어 있는 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 국내에서 국내식품으로부터 직접 분석하여 얻은 자료를 근거로 한 것은 매우 적고 대부분 미국을 비롯한 외국의 분석 자료를 인용하여 쓰다 보니<sup>19)</sup> 우리나라 식생활의 특성을 충분히 반영하지 못하고 일상적으로 널리 섭취되는 식품조차도 누락된 것이 많아 실제로 정확한 섭취량을 계산하기가 매우 어려운 실정이다. 따라서, 식품성분표에 비타민 B<sub>12</sub> 함량이 누락되어 있는 식품들 중 섭취량이나 섭취빈도가 높은 식품부터 분석하여 식품성분표를 보완하는 일은 매우 시급한 일이다.

본 연구의 목적은 한국고유의 식품이면서 누구나 널리 섭취하고 있는 된장, 청국장, 고추장, 간장 등 장류와 김치류, 그리고 김, 미역 등 해조류를 중심으로 일부 상용 식품 내 비타민 B<sub>12</sub>의 함량을 측정함으로써 식품성분표를 보완할 수 있는 기초 자료를 제공하고, 이를 바탕으로 식품으로부터의 비타민 B<sub>12</sub> 섭취량을 좀 더 정확하게 평가하는데 기여하고자 하였다.

한편, 식품 내 비타민 B<sub>12</sub> 함량 분석법은 미생물을 이용한 비타민 B<sub>12</sub> 분석법이 오랜 동안 세계적으로 공인되어 사용되어 왔지만 박테리아는 사람이 활용하지 못하는 corrinoids도 일부 이용할 수 있기 때문에 미생물법을 통한 비타민 B<sub>12</sub> 함량 분석 시 실제보다 과대평가되는 약점이 지적되어 왔다.<sup>20,21)</sup> 따라서 본 연구에서는 박테리아는 비타민 B<sub>12</sub>로 활용가능하지만 사람에서는 비활성인 부분의 양을 측정하여 보정함으로써<sup>22)</sup> 사람이 실제로 이용할 수 있는 진정한 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 구하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 구입 및 전처리

본 실험에서 사용한 식품재료의 대부분은 서울의 가락동 농산물 시장이나 시중 마트에서 다양한 브랜드의 상품을 구입하여 이용하였으며, 국산대두를 이용한 전통식 된장, 청국장, 그리고 고추장은 각각 “순창골전통영농조합”, “순창고을전통식품”, “순창고추장마을”에 주문하여 구입하였다. 전통식 된장 시료는 간장을 빼고 된장을 만든 후 자연 상태에서 6개월 정도 숙성시킨 것이었고, 전통식 청국장은 증숙한 대두를 벗겨 위에 깔고 38℃에서 72시간 발효시켜 제조한 것이었다. 미소는 일본산으로 수입된 것을 구입하였

다. 김치류는 시중의 마트에서 레토르트 파우치 형태로 판매되고 있는 제품으로 구입하였다. 배추김치는 서로 다른 회사 제품의 3종, 열무김치, 백김치, 갓김치, 깍뚜기는 각 1종씩 구입하여 냉장 보관하였다가 포장지에 '적당히 숙성된 맛'으로 표시된 기간에 개봉하여 동결 건조하였다. 해조류는 가락동 농산물 시장에서 구입하였는데, 과래는 젖은 상태로 구입하여 동결 건조하였고, 김, 미역, 마른 멸치와 같이 일반적으로 마른 상태로 구입하여 이용하는 식품은 구입한 상태 그대로 가정용 분쇄기를 이용하여 분말로 만들어 이용하였다. 국간장과 진간장은 동일한 회사에서 제조 판매하는 것을 각 1종씩 마트에서 구입하였고, 멸치액젓과 새우액젓은 김치용으로 상품화된 액젓 혼합물을 구입하여 액체상태 그대로 분석에 사용하였다. 그 밖의 식품들은 구입 즉시 동결 건조하여 분말로 만들어 냉동 보관하였다가 분석에 이용하였다.

**식품에서 총 비타민 B<sub>12</sub>의 추출 및 미생물을 이용한 정량**

식품 시료로부터 총 비타민 B<sub>12</sub>를 추출한 후 미생물을 이용하여 비타민 B<sub>12</sub> 농도를 측정하는 방법은 Watanabe 등의 방법<sup>29)</sup>에 따라 시행하였다. 건조분말시료 2 g (액체는 2 mL)을 50 mL의 0.1 mM acetate buffer (pH 4.5)에 넣고, KCN용액을 첨가한 후 어두운 곳에서 30분간 끓여 총 비타민 B<sub>12</sub>를 cyanocobalamin의 형태로 추출하였다. 추출액을 실온으로 식힌 후 10% metaphosphoric acid 용액 0.6 mL를 가하고 증류수로 100 mL까지 맞춘 후 5,000 g에서 10분간 원심분리하였다. 상층액 25 mL을 취하여 pH 6.0으로 맞추고 (추출물 A), 또 다른 상층액 25 mL은 pH를 11~12로 맞춘 후 30분간 끓였다 (추출물 B). 추출물 A와 B를 각각 증류수로 50 mL까지 채운 다음 5,000 g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 취한 다음 비타민 B<sub>12</sub> 분석용 기초배지 (Nissui, Tokyo, Japan)에 여러 농도로 첨가하여 121 °C에서 10분간 autoclave (Deltaclave 410, Delta Medical, Korea)하였다가 식혔다. 여기에 미리 배양해 두었던 박테리아 *Lactobacillus delbruecki subsp. lactis* ATCC 7830을 일정량 접종한 후 37 °C 배양기 (VS-1203 P3N, Vision, Korea) 안에서 16~20시간 배양한 후 배양액의 혼탁도를 600 nm에서 spectrophotometer (Ultraspec

2100pro, Biochrom, UK)로 측정하였다. 표준시약으로는 cyanocobalamin (Sigma, St Louis, USA)을 사용하였다. 시료 추출물 대신 여러 농도의 표준시약을 배지에 섞어 준 후 동일한 방법으로 박테리아를 접종하고 배양한 후 측정된 배양액의 혼탁도로부터 standard curve를 얻었고, 그로부터 추출물 A와 추출물 B에 함유되어 있는 cyanocobalamin의 농도를 계산하였다. 추출물 A에서 측정된 총 비타민 B<sub>12</sub> 양 (박테리아가 비타민 B<sub>12</sub>로 활용할 수 있는 것)에서 추출물 B에서 측정된 알칼리 저항성 비타민 B<sub>12</sub> 양 (박테리아는 이용 가능하나 사람은 비타민 B<sub>12</sub>로 이용할 수 없는 것)을 빼 주어 사람에게서 이용 가능한 구조를 갖춘 비타민 B<sub>12</sub>의 양을 계산하였다. 정확한 분석치를 구하기 위하여 각 시료 당 3~6회의 반복 실험을 하였고, 결과는 평균±표준오차로 표시하였다.

**결 과**

**분석방법의 적정성 확인 실험**

비타민 B<sub>12</sub> 함량 분석은 cobalamin에 절대적으로 의존적인 성장패턴을 보이는 박테리아를 이용하는 방법을 사용하는데 성장속도가 빠른 만큼 미세한 조건의 변화에도 결과는 민감하게 달라지는 경향이 있다. 그래서, 우선 본 연구에서 사용한 방법의 안정성과 민감성을 확인해 보기 위하여 비타민 B<sub>12</sub> 측정 시 표준시약으로 사용한 cyanocobalamin을 1, 10, 100 ng/mL의 3가지 농도로 각기 다른 날 3회에 걸쳐 만들어서 본 연구 실험방법을 이용하여 측정하여 비교해 보았다. 실험 결과 비타민 B<sub>12</sub> 농도는 원래 표준시약의 농도와 비교하여 평균 97~108%의 범위에서 비교적 좋은 일치성을 보였다 (Table 1).

**장류의 비타민 B<sub>12</sub> 함량**

국산 대두를 이용하여 전통식 방법으로 제조한 된장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 1.85 µg/100 g이었으나, 시중 마트에서 구입한 4종의 공장식 된장들은 0.04~0.86 µg/100 g으로 상품 간에 차이가 많았으나, 전반적으로 전통식 된장이 공장식 된장보다 비타민 B<sub>12</sub> 함량이 훨씬 더 높았다 (Table 2). 청국장 역시 전통식 청국장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 0.69 µg/

**Table 1.** Test for the sensitivity and stability of the microbiological assay

Concentration of cyanocobalamin	Total (ng/mL)	Alkali-resistant (ng/mL)	Vitamin B <sub>12</sub> <sup>1)</sup> (ng/mL)
100 ng/mL	112.43 ± 14.45	4.27 ± 5.66	108.17 ± 16.11
10 ng/mL	12.90 ± 4.90	3.10 ± 3.47	9.77 ± 1.76
1 ng/mL	1.50 ± 0.44	0.53 ± 0.46	0.97 ± 0.49

Values are represented by mean ± SD of 3 repeats  
 1) Vitamin B<sub>12</sub> = Total vitamin B<sub>12</sub> - Alkali resistant factor

Table 2. Vitamin B<sub>12</sub> content in soybean and soybean products

Food	Total ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Alkali-resistant ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Vitamin B <sub>12</sub> <sup>1)</sup>	
			( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	( $\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$ )
<b>Soybean</b> , steamed	0.16 $\pm$ 0.25	0.21 $\pm$ 0.13	0.00	
<b>Tofu</b>	0.29 $\pm$ 0.03	0.37 $\pm$ 0.07	0.00	
<b>Doenjang</b>				
Traditional-type	4.57 $\pm$ 0.06	0.46 $\pm$ 0.09	4.09 $\pm$ 0.50	(1.85) <sup>2)</sup>
Factory-type A	2.11 $\pm$ 0.53	0.36 $\pm$ 0.15	1.75 $\pm$ 0.46	(0.86)
B	0.53 $\pm$ 0.14	0.49 $\pm$ 0.14	0.07 $\pm$ 0.04	(0.04)
C	0.65 $\pm$ 0.07	0.16 $\pm$ 0.01	0.49 $\pm$ 0.07	(0.25)
D	0.57 $\pm$ 0.06	0.46 $\pm$ 0.09	0.11 $\pm$ 0.09	(0.06)
<b>Chungkookjang</b>				
Traditional-type	2.05 $\pm$ 0.16	0.61 $\pm$ 0.11	1.45 $\pm$ 0.25	(0.69)
Factory-type A	0.38 $\pm$ 0.08	0.26 $\pm$ 0.11	0.11 $\pm$ 0.06	(0.06)
B	0.91 $\pm$ 0.37	0.60 $\pm$ 0.29	0.32 $\pm$ 0.24	(0.15)
<b>Miso</b> , White	0.50 $\pm$ 0.06	1.35 $\pm$ 0.26	0.00	
<b>Kochujang</b>				
Traditional-type	0.31 $\pm$ 0.01	0.10 $\pm$ 0.01	0.21 $\pm$ 0.01	(0.11)
<b>Soy sauce</b>				
	( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )	( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )		( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )
Korean-style	0.08 $\pm$ 0.01	0.05 $\pm$ 0.02		0.04 $\pm$ 0.01
Japanese-style	0.03 $\pm$ 0.01	0.06 $\pm$ 0.01		0.00

Values are represented by mean  $\pm$  SD of 3–6 repeats

1) Vitamin B<sub>12</sub> = Total vitamin B<sub>12</sub> – Alkali resistant factor

2) calculated from average vitamin B<sub>12</sub> content measured in dried sample and drying yield

100 g인 반면, 마트에서 구입한 2종의 공장식 청국장에는 0.06~0.15  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 을 함유하고 있었다. 한편, 된장과 청국장의 원료인 대두와 발효되지 않은 대두제품인 두부에서는 비타민 B<sub>12</sub>가 검출되지 않아 (Table 2) 된장과 청국장도 템페와 같이 대두가 발효하는 과정에서 비타민 B<sub>12</sub>가 생성되었음을 알 수 있었다. 한편, 일본 된장인 미소의 비타민 B<sub>12</sub>는 대부분 비활성 비타민 B<sub>12</sub>이었고 인체가 활용 가능한 비타민 B<sub>12</sub>는 거의 없는 것으로 나타났다. 전통식 고추장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 평균 0.11  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 전통식 된장이나 청국장보다는 낮았지만 일부 개량식 된장이나 청국장의 함유량과 비슷하였다 (Table 2).

국간장과 양조간장에서 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 분석한 결과 국간장은 0.04  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>를 함유하고 있었으나, 진간장에서는 검출되지 않았다 (Table 2).

### 김치류와 액젓의 비타민 B<sub>12</sub> 함량

김치는 우리나라의 대표적인 채소발효식품으로 그 종류가 매우 다양하다. 가장 흔하게 섭취되고 있는 배추김치는 3종의 상품으로부터 분석한 결과 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 0.02~0.03  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  범위 내에서 비슷한 수준을 보였으며, 열무김치는 0.013  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 갓김치는 0.02  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 깍뚜기는 0.004  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 배추김치보다 낮았고, 젓갈과 고

추가루를 넣지 않은 백김치에서는 검출되지 않았다 (Table 3). 김치를 담글 때 넣은 대표적인 젓갈인 새우액젓과 멸치액젓의 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 측정해 본 결과 새우액젓과 멸치액젓은 각각 0.78  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 과 1.52  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>를 함유하고 있는 것으로 나타나 멸치액젓이 새우액젓에 비하여 비타민 B<sub>12</sub> 함량이 더 높은 수준임을 알 수 있었다 (Table 3).

### 식용 해조류의 비타민 B<sub>12</sub> 함량

본 연구에서는 한국인들이 즐겨 먹는 김, 다시마, 미역, 파래에서 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 측정해 본 결과 특히 김과 파래의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 매우 높았다. 김의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 66.76  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ , 파래는 84.74  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$  (9.41  $\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$ )였으며 (Table 4), 다시마와 미역의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 각각 0.36  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ 와 1.90  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ 이었다 (Table 4).

### 기타 일부 상용 식품들의 비타민 B<sub>12</sub> 함량

달걀 전란의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 1.07  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 중간 크기 달걀 1개 (50 g)로 환산하면 약 0.54  $\mu\text{g}$ 에 해당하는 값이었고 (Table 5), 볶음용 마른멸치의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 17.12  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 매우 높았다. 또한, 인스턴트 라면은 첨부된 양념스프를 넣고 끓인 후 식혀서 동결 건조하여 측

**Table 3.** Vitamin B<sub>12</sub> content in Kimchi and fish sauce

Food	Total ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Alkali-resistant ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Vitamin B <sub>12</sub> <sup>1)</sup>	
			( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	( $\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$ )
<b>Kimchi</b>				
Korean cabbage Kimchi A	0.49 ± 0.07	0.31 ± 0.03	0.18 ± 0.10	(0.02) <sup>2)</sup>
B	0.46 ± 0.06	0.24 ± 0.02	0.22 ± 0.05	(0.02)
C	0.54 ± 0.02	0.30 ± 0.01	0.24 ± 0.01	(0.03)
White Kimchi <sup>3)</sup>	0.12 ± 0.01	0.24 ± 0.03	0.00	
Yeolmu Kimchi	0.18 ± 0.09	0.07 ± 0.01	0.12 ± 0.09	(0.013)
Mustard leaves Kimchi	0.33 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.13 ± 0.02	(0.02)
Raddish Kimchi	0.18 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.04 ± 0.01	(0.004)
<b>Fish sauce</b>				
	( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )	( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )		( $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ )
Shrimp, salt-fermented	1.08 ± 0.06	0.30 ± 0.04		0.78 ± 0.09
Anchovy, salt-fermented	1.70 ± 0.02	0.18 ± 0.03		1.52 ± 0.02

Values are represented by mean ± SD of 3–6 repeats

1) Vitamin B<sub>12</sub> = Total vitamin B<sub>12</sub> – Alkali resistant factor

2) calculated from average vitamin B<sub>12</sub> content measured in dried sample and drying yield

3) Korean cabbage Kimchi without red pepper and fermented fish sauce

**Table 4.** Vitamin B<sub>12</sub> content in Seaweeds

Food	Total ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Alkali-resistant ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Vitamin B <sub>12</sub> <sup>1)</sup>	
			( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	( $\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$ )
Laver	67.58 ± 3.11	0.82 ± 0.14	66.76 ± 3.14	
Sea lettuce	86.10 ± 3.60	1.36 ± 0.20	84.74 ± 3.42	(9.41) <sup>2)</sup>
Sea tangle	0.52 ± 0.03	0.15 ± 0.01	0.36 ± 0.03	
Sea mustard	1.96 ± 0.10	0.06 ± 0.06	1.90 ± 0.16	

Values are represented by mean ± SD of 3–6 repeats

1) Vitamin B<sub>12</sub> = Total vitamin B<sub>12</sub> – Alkali resistant factor

2) calculated from average vitamin B<sub>12</sub> content measured in dried sample and drying yield

**Table 5.** Some other foods frequently consumed by Korean

Food	Total ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Alkali-resistant ( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	Vitamin B <sub>12</sub> <sup>1)</sup>	
			( $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ )	( $\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$ )
Egg, raw	5.45 ± 0.78	1.00 ± 0.20	4.45 ± 0.59	(1.07) <sup>2)</sup>
Anchovy, dried, medium size	17.39 ± 2.25	0.28 ± 0.14	17.12 ± 2.38	
Ramyon, instant <sup>3)</sup>	0.067 ± 0.02	0.083 ± 0.01	0.00	
Coffee mix, instant <sup>4)</sup>	0.25 ± 0.20	0.22 ± 0.20	0.02 ± 0.02	

Values are represented by mean ± SD of 3–6 repeats

1) Vitamin B<sub>12</sub> = Total vitamin B<sub>12</sub> – Alkali resistant factor

2) calculated from average vitamin B<sub>12</sub> content measured in dried sample and drying yield

3) Noodle was boiled in water with seasonings as usual, freeze dried and then used for vitamin B<sub>12</sub> analysis

4) commercial mixture of instant coffee powder, non-dairy coffee creamer and sugar

정해 본 결과 비타민 B<sub>12</sub>는 검출되지 않았으며, 최근 그 소비가 크게 증가한 커피믹스의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 0.02  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 1봉지에는 (12 g) 0.0024  $\mu\text{g}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>가 함유되어 있었다 (Table 5).

## 고 찰

비타민 B<sub>12</sub>의 구조는 코발트를 포함하는 corrin 핵에 3

개의  $\alpha$ -methene bridge가 연결되어 있는 corrinoid이다. 인체와 동물성 식품, 박테리아에서 발견되는 corrinoid는 코발트를 함유하는 cyclic 구조로 다양한 유사체들이 존재하는데, 사람은 코발트 분자에 aminopropanol, sugar, nucleotide가 붙어 있는 cobalamin 형태를 갖춘 것만을 비타민 B<sub>12</sub>로 이용할 수 있으며 hydroxycobalamin, aquocobalamin, 5-deoxyadenosyl-cobalamin, methylcobalamin, cyanocobalamin 등 5가지 유도체만이 인체가 생리적으로

활용할 수 있는 비타민 B<sub>12</sub> 구조로 알려져 있다. 특히, 코발트 분자에 cyanide가 붙은 cyanocobalamin은 구조적으로 매우 안정적이고 인체 내에서 쉽게 cyanide가 떨어져 나가기 때문에 보충제로 이용되고 있다.<sup>23)</sup>

비타민 B<sub>12</sub> 함량 분석에 이용하는 미생물인 lactic bacterium은 특이하게 비타민 B<sub>12</sub>에 의존적인 증식을 하기 때문에 비타민 B<sub>12</sub> 농도에 따른 민감도는 높으나 특이성에 문제가 있는 것으로 지적되었다.<sup>21)</sup> 이들 박테리아는 사람과 달리 intrinsic factor에 대한 친화성이 낮은 corrinoid 화합물 (pseudo-vitamin B<sub>12</sub>)과 deoxyribose와 deoxynucleotides 등도 cyanocobalamin과 동일하게 활용할 수 있기 때문에 실제로 일부 식품의 경우 미생물법으로 측정된 비타민 B<sub>12</sub>의 함량이 크게 과대평가 되기도 하였다.<sup>22)</sup> 식품 내에 존재하는 pseudo-vitamin B<sub>12</sub>를 정량하려면 TLC나 HPLC 방법을 사용하여야 하는 어려움이 있으나,<sup>22)</sup> deoxyribose와 deoxynucleotides 등은 비타민 B<sub>12</sub>와 달리 알칼리에 강한 특성을 갖고 있기 때문에 식품추출물을 알칼리 처리하면 쉽게 정량이 가능하다. 따라서, Watanabe 등<sup>23)</sup>은 미생물법으로 식품 내 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 보다 정확하게 측정하려면 전체 비타민 B<sub>12</sub> 함량에서 알칼리 저항성 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 빼 주어야 한다고 하였다.

오랜 동안 식물성 식품에는 비타민 B<sub>12</sub>가 존재하지 않는 것으로 알고 있다가, Darken<sup>24)</sup>가 1953년 처음으로 몇몇 식물에서 낮은 농도의 비타민 B<sub>12</sub>가 존재함을 발견하였으나 그것은 토양의 미생물이 오염된 것으로 밝혀졌다. 비타민 B<sub>12</sub>는 procaryotes에 의해서만 합성될 수 있으며 *Propionibacterium*, *Pseudomonas*, *Clostridium* 그리고 일부 *Streptomyces* 등의 박테리아와 *Aspergillus Niger*에 의하여 합성된다는 것이 보고된 바 있다.<sup>25,26)</sup>

템페는 동남아시아에서 전통적으로 이용해 오던 대두발효 식품으로 최초로 식물성식품에 비타민 B<sub>12</sub>가 존재한다는 것이 밝혀진 식품이다.<sup>14)</sup> 인도네시아가 네덜란드 식민지였던 관계로 일찍이 유럽에 소개되었기 때문에 오래 전부터 육류 대용의 건강식품으로 관심의 대상이 되었다. 템페에서 비타민 B<sub>12</sub>를 생성하는 미생물은 박테리아로 *K. pneumoniae*와 *C. freundii*가 주된 역할을 한다고 보고되었다.<sup>15,27)</sup> 템페가 비타민 B<sub>12</sub>를 많이 함유한다고 밝혀진<sup>14,15)</sup> 이후로 된장이나 청국장 등 우리나라의 대두발효식품에도 비타민 B<sub>12</sub>의 함량이 높을 가능성을 예상하고는 있었으나 아직까지 보고된 바는 없었다. Nout와 Kiers의 보고<sup>28)</sup>에 의하면 템페의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 0.2~4.0 µg/100 g이었는데, 본 연구에서 템페와 가장 유사한 청국장의 비타민 B<sub>12</sub>는 0.06~0.69 µg/100 g으로 템페보다는 낮은 수준의 비타민 B<sub>12</sub>를 함유

하고 있는 것으로 나타났다. 그러나, 된장과 청국장의 원료인 대두와 발효되지 않은 대두제품인 두부에서는 비타민 B<sub>12</sub>가 검출되지 않아 된장과 청국장도 템페와 같이 대두가 발효하는 과정에서 미생물에 의하여 비타민 B<sub>12</sub>가 생성되었음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서, 된장과 청국장 모두 전통식이 공장식보다 비타민 B<sub>12</sub>의 함량이 월등히 높은 이유는 정확히 알 수는 없으나 아마도 원료인 대두의 함량과 품종, 발효균주, 발효 및 숙성의 조건과 기간 등의 차이 때문으로 추측된다. 전통식 된장은 국산 대두를 발효시켜 만든 메주를 소금물에 담궈 간장을 빼 후 다시 숙성시켜 만드는 것으로 자연 상태에서 다양한 미생물에 의하여 장기간의 발효와 숙성과정을 거쳐 제조되는 반면, 공장식 된장은 일반적으로 수입산 대두를 사용하며 대두 비율도 28~80%로 맞았고, 그 밖에 소맥분, 밀쌀, 겨자분, 고추분, 양파분, 마늘, 주정, 영양강화제 또는 향미증진제, 중국 등이 첨가되며, 누룩곰팡이를 인공적으로 접종하여 3~4개월간의 발효숙성과정을 거쳐 제조되어 여러 가지 면에서 전통식과 공장식 된장은 다른 점이 있다. 그러나, 마트에서 구입한 청국장의 라벨에 표시된 바에 의하면 원료의 구성은 대두 95~97%와 식염 3~5%라고 되어 있어 전통식과 비슷하였다. 그렇다면 전통식과 공장식, 또 공장식 청국장 제품 간의 비타민 B<sub>12</sub> 함량의 차이는 대두의 품종이나 발효균주 및 발효조건의 차이에서 온다고 볼 수 있다.

일본 식품성분표에 의하면<sup>29)</sup> 미소에 0.1 µg/100 g의 비타민 B<sub>12</sub>가 함유되어 있다고 되어 있으나, 본 연구에서는 비록 1종에서 분석한 결과이기는 하지만 수입산 미소에 비타민 B<sub>12</sub>가 거의 없는 것으로 나타났다. 일본된장인 미소는 우리나라 된장에 비하여 곡류가 많이 들어가고 발효기간이 짧다. 미소는 대두와 쌀, 보리, 밀, 소금을 원료로 제조되는데, 쌀이나 보리를 쪄 다음 황국균을 접종하여 코오지를 만든 후 쪄대두, 소금과 혼합하여 발효시키며 우리나라 된장과 달리 효모나 젖산균 등을 함께 첨가하기 때문에 젖산이나 알코올류, 유기산류가 생성되는 것이 특징이다.<sup>30)</sup>

국내에서 소비되는 간장은 크게 국간장 (재래간장, 조선간장)과 진간장 (개량간장, 양조간장, 왜간장)으로 나눌 수 있다. 국간장은 전통식으로 만든 메주를 소금물에 담궈 3개월 정도 자연상태에서 발효시킨 후 여과한 액체를 끓인 것이고, 진간장은 붉은 통밀가루에 메주에서 분리한 곰팡이균 (주로 *Aspergillus oryzae*)을 접종시키고 25~30°C에서 배양하여 코오지를 만든 후 쪄 탈지대두와 섞고 소금과, 카라멜 색소, 물 등을 넣어 발효시켜 만든 여과액이다. 국간장의 염도는 23% 정도이고 진간장은 15% 정도로 국간

장이 더 짠맛이 나며 맑아 국이나 찌개, 나물 등을 무칠 때 사용한다.<sup>30)</sup> 따라서, 국간장의 비타민 B<sub>12</sub>는 이미 대두가 발효된 상태의 메주를 소금물에 넣고 숙성시키는 과정에서 메주에 있던 비타민 B<sub>12</sub>의 일부가 빠져 나왔을 가능성이 많고, 숙성과정에서 새로운 미생물에 의하여 추가적으로 생성되었을 가능성도 있는 반면, 진간장은 메주를 사용하지 않고 탈지대두를 그대로 이용하며, 또한 접종한 미생물의 종류가 단순하기 때문에 비타민 B<sub>12</sub>의 생성량이 미미하여 검출되지 않았을 가능성이 있다. 한편, 전통식 고추장의 비타민 B<sub>12</sub>는 제조 시에 넣은 메주로부터 온 것으로 생각된다. 따라서, 메주가루의 비율에 따라 고추장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 달라질 것으로 추측된다.

김치에 함유되어 있는 비타민 B<sub>12</sub>가 어떻게 생성된 것인지 정확히 알 수는 없으나, 대부분 김치를 담글 때 넣은 젓갈로부터 왔을 가능성이 높다고 생각되어 대표적인 젓갈상품인 새우액젓과 멸치액젓의 비타민 B<sub>12</sub> 함량도 함께 측정해 보았다. 미국 농무성 자료<sup>16)</sup>에 따르면 fish sauce의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 1.9  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 이라 하였는데, 이는 본 연구의 멸치액젓 (1.52  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ ) 결과와 비슷한 수준이었다. 본 실험에서 사용한 멸치액젓과 새우액젓은 김치용으로 상품화된 액상 혼합물 상태의 것으로 구체적인 표시가 되어 있지 않아 원액을 얼마나 희석한 것인지 또는 무엇이 첨가되었는지는 알 수 없었다. 다른 김치들과 달리 백김치에서 비타민 B<sub>12</sub>가 검출되지 않은 이유는 아마도 백김치에는 젓갈을 사용하지 않기 때문이 아닐까 생각되지만 이 부분에 대해서는 후속 연구가 요구된다. 어쨌든 낮은 농도이기는 하지만 김치가 비타민 B<sub>12</sub>를 함유하고 있다는 것은 평생 동안 거의 매일 김치를 먹고 있는 한국인에게는 매우 중요한 사실이다.

달걀은 2005년도 국민영양조사 결과 다소비 식품 제 9위에 올라 있으며<sup>31)</sup> 가장 쉽게 질 좋은 동물성단백질을 공급할 수 있는 식품이다. 그러나, 국내 식품성분표<sup>19)</sup>에는 달걀 난백과 달걀난황이 각각 0.1  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 과 6.0  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>를 함유하는 것으로 표시되어 있을 뿐 전란에 대한 분석치는 없어 본 연구에서 측정해 본 결과 중간크기 1개 (50 g)당 0.54  $\mu\text{g}$ 이었다. 이를 외국의 분석 자료와 비교해 보았을 때 미국 자료<sup>16)</sup>에는 달걀 1개당 0.645  $\mu\text{g}$ , 일본 자료<sup>29)</sup>에는 0.45  $\mu\text{g}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>가 함유되어 있는 것으로 되어 있어 본 연구의 결과와 비슷하였다. 한편, 국내 다소비 식품 30위 안에 포함되어 있지는 않으나 우리나라에서 특징적으로 많이 소비되는 식품인 볶음용 마른멸치에서 비타민 B<sub>12</sub> 양을 측정한 결과 매우 높음을 알 수 있었다 (17.12  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ). 만일 멸치볶음 10 g을 섭취했다면 1.71

$\mu\text{g}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>를 섭취할 수 있는데, 이는 쇠고기의 비타민 B<sub>12</sub> 함유량이 1.5~2.7  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이므로<sup>19)</sup> 쇠고기를 약 60~100 g 섭취했을 때 얻는 비타민 B<sub>12</sub>의 양과 비슷한 수준이다.

일반적으로 해조류는 비타민과 무기질, 섬유소가 풍부하다고 알려져 있으며,<sup>18)</sup> 해조류에 있는 비타민 B<sub>12</sub>는 해조류와 공생관계에 있는 박테리아가 합성한 것이 축적된 것으로 추정되고 있으나<sup>26)</sup> 해조류에 관한 국내 연구 자료는 많지 않다. 한국과 함께 해조류를 많이 섭취하는 일본에서는 해조류에 있는 비타민 B<sub>12</sub>의 양을 측정하는 것에서 더 나아가 주요 cobalamin 유도체들의 구조까지 세밀하게 분석하고, 그 구성에 따른 비타민 B<sub>12</sub>의 인체 내 이용도를 예측하는 연구를 비롯한 심도 있는 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>32-34)</sup> 본 연구 결과 우리나라 국민 누구나 즐겨 먹고 값도 저렴한 김과 파래의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 매우 높아 김 1장 (2 g)만 섭취해도 1.33  $\mu\text{g}$ 의 많은 비타민 B<sub>12</sub>를 얻을 수 있으므로 채식 위주의 식사를 하는 사람이나 노인들은 하루에 1~2장의 김구이나 김무침을 섭취하고, 파래무침을 적극적으로 활용할 것을 제안하는 바이다. 비타민 B<sub>12</sub>는 인체 내에 흡수된 뒤 장간 순환을 하며 담즙으로 1~10  $\mu\text{g}/\text{일}$  정도 분비되고 2/3정도는 재흡수 되기 때문에 정상적인 경우 하루 섭취 필요량은 1  $\mu\text{g}$  이하로 매우 낮으며 한국인의 성인 1일 권장량은 2.4  $\mu\text{g}$ 으로 설정되어 있다.<sup>18)</sup>

요약하면, 최근까지 동물성 식품에만 있는 것으로 알고 있었던 비타민 B<sub>12</sub>가 우리나라 국민들이 즐겨 먹는 된장, 청국장, 간장, 고추장 등 장류와 김치, 해조류 등 식물성 식품에도 상당량 함유되어 있는 것을 본 연구에서 확인하였다. 따라서, 식물성 식품 위주의 식사를 하고 있는 사람들에게는 이들 식품들이 아주 좋은 비타민 B<sub>12</sub> 공급원이 될 수 있음이 틀림없다. 앞으로, 본 연구 결과를 바탕으로 비타민 B<sub>12</sub> 관련 연구가 활성화되고, 보다 체계적인 방법으로 많은 국내 식품들의 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 측정하여 신뢰성 있는 자료를 지속적으로 축적함으로써 활용도 높은 비타민 B<sub>12</sub> database를 하루빨리 확보할 수 있기를 기대한다.

## 요 약

노화에 따라 비타민 B<sub>12</sub>의 흡수율이 떨어지고, 노년기의 비타민 B<sub>12</sub> 부족은 심혈관질환과 위암의 발생률 상승과 인지기능의 저하 등과 관련성이 있다는 보고가 있어 그 중요성이 새롭게 인식되고 있으나 국내의 식품 내 비타민 B<sub>12</sub> 분석 자료는 크게 부족하여 섭취량 계산에 많은 어려움이 있었다. 특히, 우리나라 고유 발효 식품인 장류와 김치류, 그

리고 다른 나라에 비하여 많이 섭취하고 있는 해조류 등을 중심으로 일부 한국인 상용식품에서 *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* ATCC 7830를 이용한 미생물법으로 인체가 이용할 수 있는 비타민 B<sub>12</sub> 함량을 분석하였고 그 결과는 다음과 같다.

1) 국산 대두를 이용하여 전통식 방법으로 제조한 된장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 1.85  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이었으나, 시중 마트에서 구입한 4종의 공장식 된장들은 0.04~0.86  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 전통식 된장이 공장식 된장보다 비타민 B<sub>12</sub> 함량이 훨씬 더 높았다. 청국장 역시 전통식 청국장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 0.69  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 인 반면, 마트에서 구입한 2종의 공장식 청국장은 0.06~0.15  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 을 함유하고 있었다. 그러나, 찌대두와 두부에서는 비타민 B<sub>12</sub>가 검출되지 않아 대두가 발효되는 과정에서 미생물에 의하여 비타민 B<sub>12</sub>가 생성됨을 알 수 있었다.

2) 전통식 고추장의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 평균 0.11  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 으로 전통식 된장이나 청국장보다는 낮았지만 일부 공장식 된장이나 청국장의 함유량과 비슷하였다.

3) 국간장은 0.04  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>를 함유하고 있었으나, 진간장에서는 검출되지 않았다.

4) 배추김치는 제조회사가 서로 다른 3종의 상품에서 분석한 결과 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 0.02~0.03  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  정도의 비슷한 수준을 보였으며, 열무김치는 0.013  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 갓김치는 0.02  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ , 깍뚜기는 0.004  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이었으나, 젓갈과 고추가루를 넣지 않은 백김치에서는 비타민 B<sub>12</sub>가 검출되지 않았다. 따라서, 김치에 함유되어 있는 비타민 B<sub>12</sub>는 김치를 담글 때 넣은 젓갈로부터 왔을 가능성이 높다. 김치용으로 상품화된 새우액젓과 멸치액젓은 각각 0.78  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 와 1.52  $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ 의 비타민 B<sub>12</sub>를 함유하고 있었다.

5) 김의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 66.76  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ , 파래는 84.74  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$  (9.41  $\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$ )로 매우 높았으며, 다시마와 미역의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 각각 0.36  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ 와 1.90  $\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$ 이었다.

6) 그 밖에, 달걀 전란의 비타민 B<sub>12</sub> 함량은 1.07  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  (0.54  $\mu\text{g}/\text{개}$ )이었고, 볶음용 마른멸치는 17.12  $\mu\text{g}/100\text{ g}$ 이었으며, 커피믹스는 0.02  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  (0.0024  $\mu\text{g}/\text{봉}$ )이었으나, 라면에서는 검출되지 않았다.

본 연구에 이용된 식품들의 샘플 수가 충분하지 못하고 선정방법이 다소 객관적이지 못한 부분이 있으나, 이를 바탕으로 국내식품에서 비타민 B<sub>12</sub> 분석을 지속적으로 체계적으로 진행하여 하루빨리 믿을만한 식품성분표를 확보함으로써 보다 정확한 비타민 B<sub>12</sub> 섭취량을 계산할 수 있

를 기대한다. 덧붙여, 노인들을 비롯하여 채식위주의 식사를 하는 사람들에 있어서 비타민 B<sub>12</sub> 부족을 예방하기 위하여 김, 파래, 멸치와 함께 된장이나 청국장을 자주 섭취할 것을 권장한다.

#### Literature cited

- 1) Chui CH, Lau FY, Wong R, Soo OY, Lam CK. Vitamin B<sub>12</sub> deficiency-need for a new guideline. *Nutrition* 2001; 17(11/12): 917-920
- 2) Setola E, Monti LD, Galluccio E, Palloschi A, Fragasso G, Paroni R, Magni F, Sandoli EP, Lucotti P, Costa S, Fermo I, Galli-Kienle M, Origi A, Marginato A, Piatti P. Insulin resistance and endothelial function are improved after folate and vitamin B<sub>12</sub> therapy in patients with metabolic syndrome: relationship between homocysteine levels and hyperinsulinemia. *Eur J Endocrin* 2004; 151: 483-489
- 3) He K, Merchant A, Rimm EB, Rosner BA, Stampfer MJ, Willett WC, Ascherio A. Folate, vitamin B<sub>6</sub>, and B<sub>12</sub> intakes in relation to risk of stroke among men. *Stroke* 2004; 35: 169-174
- 4) Baik HW, Russel RM. Vitamin B<sub>12</sub> deficiency in the elderly. *Annu Rev Nutr* 1999; 19: 357-377
- 5) Hsing AW, Hanissson L, McLaughlin JK, Nyren O, Blot WJ. Pernicious anemia and subsequent cancer. A population-based cohort study. *Cancer* 1993; 71: 745-750
- 6) Choi SW, Friso S, Ghandour H, Bagley PJ, Selhub J, Mason JB. Vitamin B<sub>12</sub> deficiency induces anomalies of base substitution and methylation in the DNA of rat colonic epithelium. *J Nutr* 2004; 134: 750-755
- 7) Houston DK, Johnson MA, Nozza RJ, Gunter EW, Shea KJ, Cutler GM. Age-related hearing loss, vitamin B<sub>12</sub> and folate in elderly women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 564-571
- 8) Bryan J, Calvaresi E, Hughes D. Short-term folate, vitamin B<sub>12</sub> or vitamin B<sub>6</sub> supplementation slightly affects memory performance but not mood in women of various ages. *J Nutr* 2002; 132: 1345-1356
- 9) Johnson MA, Hawthorne NA, Brackett WR, Fischer JG, Gunter EW, Allen RH, Stabler S. Hyperhomocysteinemia and vitamin B<sub>12</sub> deficiency in elderly using Title IIIc nutrition services. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 211-220
- 10) Engelborghs S, Vloeberghs E, Maertens K, Marien P, Somers N, Symons A, Clement F, Ketels V, Saerens J, Goeman J, Pickut BA, Vandevivere J, De Deyn PP. Correlations between cognitive, behavioural and psychological findings and levels of vitamin B<sub>12</sub> and folate in patients with dementia. *Int J Geriatric Psychiatry* 2004; 19: 365-370
- 11) Johnson MA. Nutrition and aging-practical advice for healthy eating. *J Am Med Women's Association* 2004; 59: 262-269
- 12) Andres E, Loukili NH, Noel E, Kaltenbach G, Abdelgheni MB, Perrin AE, Moblet-Dick M, Maloisel F, Schlienger JL, Blickle JF. Vitamin B<sub>12</sub> (cobalamin) deficiency in elderly patients. *CMAJ* 2004; 171(3): 251-259
- 13) Kwok T, Cheng G, Woo J, Lai WK, Pang CP. Independent effect of vitamin B<sub>12</sub> deficiency on hematological status in older Chin-

- ese vegetarian women. *Am J Hematol* 2002; 70: 186-190
- 14) Liem ITH, Steinkraus KH, Cronk TC. Production of vitamin B<sub>12</sub> in Tempeh, a fermented soybean food. *Appl Environ Microbiol* 1977; 34 (6): 773-776
  - 15) Keuth S, Bisping B. Vitamin B<sub>12</sub> production by *Citrobacter freundii* or *Klebsiella pneumoniae* during Tempeh fermentation and proof of enterotoxin absence by PCR. *Appl Environ Microbiol* 1994; 60 (5): 1495-1499
  - 16) Stabler SP, Allen R. Vitamin B<sub>12</sub> deficiency as a worldwide problem. *Annu Rev Nutr* 2004; 24: 299-326
  - 17) Watanabe F, Takenaka S, Katsura H, Zakir Hussain Masumder SAM, Abe K, Tamura Y, Nakano Y. Dried green and purple lavers (Nori) contain substantial amounts of biologically active vitamin B<sub>12</sub> but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *J Agric Food Chem* 1999; 47 (6): 2341-2343
  - 18) The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans, Seoul; 2005
  - 19) Dietary fiber, vitamin B<sub>12</sub> and D contents in foods. In: Recommended dietary allowance for Koreans. 7<sup>th</sup> rev. Korean Nutrition Society. Seoul: Joongang Publishing; 2000. p.436-464
  - 20) Nout MJR, Rombouts FM. Recent developments in tempeh research. *J Appl Bacteriology* 1990; 69: 609-633
  - 21) Ball GFM. Vitamin B<sub>12</sub>. In: Bioavailability and analysis of vitamins in foods. London: Chapman & Hall; 1998. p.497-515
  - 22) Watanabe F, Katsura H, Takenaka S, Fujita T, Abe K, Tamura Y, Nakatsuka T, Nakano Y. Pseudovitamin B<sub>12</sub> is the predominant cobamide of an Algal health food, Spirulina tablets. *J Agric Food Chem* 1999; 47: 4736-4741
  - 23) Watanabe F. Vitamin B<sub>12</sub> sources and bioavailability. *Exp Biol Med* 2007; 232: 1266-1274
  - 24) Darken MA. Production of vitamin B<sub>12</sub> by microorganisms and its occurrence in plant tissues. *Bot Res* 1953; 19: 99-130
  - 25) Nicholas DJD. The use of fungi for determining trace metals in biological materials. *Analyst (London)* 1952; 77: 629-642
  - 26) Rhodes A, Flecher DL. Vitamin B<sub>12</sub>: structure, biosynthesis and production. In: Jones RF ed. Principles of industrial microbiology. New York: Pergamon Press Inc; 1966. p.242-248
  - 27) Wiesel I, Rehm HJ, Bisping B. Improvement of tempe fermentations by application of mixed cultures consisting of *Rhizopus* sp. and bacterial strains. *Appl Microbiol Biotech* 1997; 47: 218-225
  - 28) Nout MJR, Kiers JL. Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium. *J Appl Microbiol* 2005; 99: 789-805
  - 29) Japan Resource Council, Standard tables of food composition in Japan, 5<sup>th</sup> ed. Women's Nutrition University Publishing; 2007
  - 30) Sim SG, Shon HS, Sim CH, Yoon WH, Whang JH. Chapter 3. Soybean fermented foods. In: Fermented foods. Seoul: Jin Ro Publishing; 2004. p.151-194
  - 31) Korea Centers for Disease Control and Prevention & Korea Health Industry Development Institute, In-depth analysis on the 3<sup>rd</sup> (2005) Korea Health and Nutrition Examination Survey-Nutrition Survey; 2007
  - 32) Takenaka S, Takubo K, Watanabe F, Tanno T, Shingo T, Nanano Y, Tamura Y. Occurrence of coenzyme forms of vitamin B<sub>12</sub> in a cultured purple laver. (*Porphyra yezoensis*) *Biosci Biotechnol Biochem* 2003; 67 (11): 2480-2482
  - 33) Watanabe F, Takenaka S, Katsura H, Miyamoto E, Abe K, Tamura Y, Nakatsuka T, Nakano Y. Characterization of a vitamin B<sub>12</sub> compound in edible purple laver, *Porphyra yezoensis*. *Biosci Biotechnol Biochem* 2000; 64 (12): 2712-2715
  - 34) Watanabe F, Takenaka S, Kittaka-Katsura H, Ebara S, Miyamoto E. Characterization and bioavailability of vitamin B<sub>12</sub>-compounds from edible algae. *J Nutr Sci Vitaminol* 2002; 48: 325-331