

한국인이 선호하는 음식점 한식 및 간편식품과 빵류의 비타민 B₁₂ 함량분석 연구*

곽충실[§] · 박준희 · 조지현

서울대학교 노화고령사회연구소

Vitamin B₁₂ content analysis of favorite Korean restaurant foods, convenient foods and bakery products*

Kwak, Chung Shil[§] · Park, June Hee · Cho, Ji Hyun

Institute on Aging, Seoul National University, Seoul 110-810, Korea

ABSTRACT

There is a limitation to estimate vitamin B₁₂ intake due to the lack of data on vitamin B₁₂ content of Korean commercial foods. In this study, vitamin B₁₂ content was determined in favorite Korean restaurant foods, convenient or instant foods, fast foods and bakery products through a modified microbioassay using *Lactobacillus delbrueckii* ATCC 7830. Bulgogi and seafood & green pepper griddle had high vitamin B₁₂ content, 3.50 and 2.96 µg/100 g, respectively. Pork suyook, pork griddle and pollack griddle had 0.48, 0.31 and 0.32 µg/100 g of vitamin B₁₂, respectively. In stew, soft-tofu stew with seafood and doenjang stew with seafood had relatively high vitamin B₁₂ content, 1.93 and 1.44 µg/100 g, respectively. Bibimbap and 4 different types of rice porridge, beef & mushroom, chicken & ginseng, seafood or abalone, had 0.36, 0.08, 0.09, 1.64 and 0.13 µg/100 g of vitamin B₁₂, respectively. One serving of haejangguk, yookejang, chuo-tang and galbitang had 5.97, 2.04, 2.63 and 1.91 µg of vitamin B₁₂, respectively. One serving of samgetang and sulong-tang had 2.89 µg and 6.64 µg of vitamin B₁₂. In noodles, one serving of cram noodle soup, bibim-nangmyeon, and mul-nangmyeon had 18.8, 1.21 and 0.38 µg of vitamin B₁₂, respectively. One regular gimhap and one triangle gimhap contained 1.09–2.53 and 0.54–1.11 µg of vitamin B₁₂, respectively. One cheese-burger, chicken-burger and bulgogi-burger had 0.76, 0.62 and 0.54 µg of vitamin B₁₂, respectively. A plain bagel and a waffle contained 0.13 and 0.17 µg/100 g of vitamin B₁₂, respectively. Ready-made tomato sauce or cream sauce for spaghetti in a retort pouch contained only a trace of vitamin B₁₂. In conclusion, these results should contribute to improving the present food vitamin B₁₂ content database, most of which were cited from foreign data, thereby it could be helpful to estimate the vitamin B₁₂ intake of Koreans more accurately than before. It will also provide new information for dietary education related to vitamin B₁₂ and health. (Korean J Nutr 2012; 45(6): 588 ~ 599)

KEY WORDS: vitamin B₁₂, restaurant foods, convenient foods, processed food, microbioassay.

서 론

비타민 B₁₂는 사람의 성장과 발달에 필수적인 영양소로서 인체에서 수행하는 가장 중요한 기능은 메티오닌 합성효소와 메틸말로닐-CoA 뮤테이스의 조효소로 작용하여 미엘린 수초의 합성과 유지, 그리고 지방과 탄수화물의 대사를 돕는 것이다.¹⁾

비타민 B₁₂의 필요량은 매우 소량이기 때문에 일반적으로 비타민 B₁₂의 결핍율은 매우 낮지만 노인을 비롯한 일부 특정 계층에서는 각별한 주의가 필요하다. 비타민 B₁₂ 결핍은 주로 노인들,²⁻⁵⁾ 채식주의자 및 채식주의자 엄마로부터 태어난 아기들,⁴⁻⁶⁾ 그리고 위장절제 또는 위장질환자의 일부에서 주로 나타나는 것으로 알려져 있다.^{7,8)} 노인들은 나이가 들수록 여러 가지 원인으로 인하여 비타민 B₁₂의 급원인 육류의 섭취가 줄어드는 경향이 있어 1차적으로 비타민 B₁₂ 섭취량이 감소하는

접수일: 2012년 8월 13일 / 수정일: 2012년 10월 15일 / 채택일: 2012년 10월 31일

*This research was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) Grant funded by the Korean Government (2011-0004049).

[§]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: kwakcs@snu.ac.kr

© 2012 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

반면, 위산 분비가 감소하고 위축성 위염의 발생이 증가하는데 위산이 감소하면 비타민 B₁₂의 식품 내 존재형태인 비타민 B₁₂-단백질 복합체의 분해율이 감소하며, 위축성위염이 발생하면 내적인자의 분비가 감소하게 되어 결국 비타민 B₁₂의 흡수율이 저하하기 때문에 나이가 들수록 비타민 B₁₂ 결핍율이 증가한다. 또한, 위절제술을 받은 경우에도 위벽에서 분비되어야 하는 내적인자가 분비되지 못함으로써 섭취한 비타민 B₁₂가 충분히 흡수되지 못하며, 내적인자와 결합하여 소장으로 내려온 비타민 B₁₂가 체내로 흡수되는 장소인 회장을 절제한 경우에도 시간이 경과할수록 비타민 B₁₂ 결핍이 초래될 가능성은 높아진다.^{9,10)}

일반적으로 비타민 B₁₂가 결핍되면 주로 빈혈 증세와 신경계통의 이상이 나타나며, 위염, 위궤양, 식욕부진, 변비 또는 설사 등 위장계통의 이상을 보이는 것으로 알려져 왔는데,^{7,8,11)} 최근 들어 비타민 B₁₂ 영양상태가 노화관련 질병을 예방하고 신체적, 정신적 기능을 유지하는 것과 관련이 있다는 연구결과들이 다수 보고되면서 새롭게 관심의 대상이 되고 있다.^{2,12-19)} 인체 내 비타민 B₁₂가 부족하게 되면 메티오닌의 합성이 저해되어 혈중 호모시스테인 농도가 상승하게 되는데 혈중 호모시스테인 농도의 상승은 인슐린 저항성이나¹⁰⁾ 심혈관계 질환의 발병 위험성과 깊은 상관관계를 보였다는 보고가 있었으며,¹¹⁾ 비타민 B₁₂ 부족으로 인한 빈혈이 있는 사람은 정상인보다 위암의 위험도가 3배 이상 높았다.⁹⁾ 또한, 체내 비타민 B₁₂와 엽산이 부족한 경우 청신경의 미엘린 합성과정에 문제를 초래하기 때문에 노인들의 청력저하와도 관련이 있으며,³⁾ 인지기능과 정신적 기능의 저하와도 관련이 있다는 보고가 있었다.^{15,16,18)}

지금까지 국내에서는 비타민 B₁₂에 대한 관심과 연구가 매우 저조한 편이었으나 최근 급격한 사회의 고령화와 함께 그 중요성을 새롭게 인식하게 되면서 2005년도에는 비타민 B₁₂에 대한 섭취기준량이 설정되기에 이르렀고,²⁰⁾ 2009년에는 한국영양학회에서 기존의 식품영양가표에 농촌생활연구소의 식품성분표 7차 개정판과 미국의 USDA 최신자료, 일본식품성분표 등의 자료를 일부 추가함으로써 비타민 B₁₂ 함량자료가 있는 품목수가 많이 늘어났다.²¹⁾

비타민 B₁₂는 동물성 식품에만 존재하고 식물성 식품에는 존재하지 않는 것으로 오랫동안 알려져 왔는데,⁷⁾ 본 연구진은 된장, 청국장, 김치, 김, 파래, 미역 등에서 비타민 B₁₂ 함량을 측정하여 보고한 바 있으며,²²⁾ 최근에는 한국인이 즐겨 섭취하고 있는 식품임에도 식품분석표에 비타민 B₁₂ 자료가 없는 일부 해조류와 어패류 및 그 가공품 등에서 비타민 B₁₂ 함량을 측정 보고한 바 있다.²³⁾

현대 사회가 급속하게 산업화되고 기술이 발달함에 따라 우리의 생활패턴은 훨씬 다양해지고 복잡해지면서 일상생활

의 속도는 빨라지고 있다. 그와 함께 식품산업 및 유통의 발달과 여성의 취업 및 사회참여의 증가 등으로 인하여 전통적인 방식대로 자연의 식재료를 이용하여 가정에서 매끼 음식을 준비하는 일은 크게 줄어드는 대신 외식 빈도가 크게 증가하고, 간편식품, 가공식품, 패스트푸드 등의 소비가 크게 늘어나고 있는 실정이다.

기본적으로 농수축산물 등 1차적인 식재료라도 품종, 산지, 생육방법 및 환경 등에 따라 영양소 함량에는 편차가 있다. 더구나, 여러 가지의 1차 식재료를 이용하여 다양한 방법으로 조리된 결과물인 음식이나 가공식품의 경우 같은 이름의 상품이더라도 레시피가 각기 다르고, 어떤 경우에는 겉으로 보아서는 식재료가 무엇인지 알 수조차 없는 경우도 많기 때문에 일반인이나 연구자들이 식재료의 양을 추정하여 조리된 음식의 영양소 함량을 추정하기란 매우 어렵고 부정확하기 때문에 단일식품 뿐 아니라 다양한 음식이나 가공식품들을 대상으로 영양소함량을 분석하여 그 자료들을 축적할 필요가 있다. 그러나, 한국인이 즐겨 섭취하고 있는 한식이나 가공식품들에 대한 비타민 B₁₂ 함량 분석자료는 거의 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 한국인이 외식으로 즐겨 섭취하는 음식, 간편식품, 인스턴트 식품, 패스트푸드, 빵과 과자 등을 음식점, 편의점, 제과점, 슈퍼마켓 등에서 수집하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석함으로써 비타민 B₁₂ 섭취량을 보다 정확하게 추정하는데 필수적인 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

분석대상 음식의 선정과 구입 및 전처리

본 실험의 분석 대상은 한국인이 외식 시 널리 섭취하고 있는 한식과 면류음식을 비롯하여 간편식품, 인스턴트, 패스트푸드, 빵과 과자로 하였으며, 기존의 자료에 없는 품목을 우선적으로 선정하였으며 이미 비타민 B₁₂가 함유되어 있는 식품으로 잘 알려진 동물성식품, 해조류, 콩발효식품 등이 재료로 사용되어 최종 제품이 비타민 B₁₂를 함유할 가능성이 있는 품목을 선정하였다. 그러나, 식재료의 구성이 1~2가지로 아주 간단하고 조리과정도 단순한 것은 식품별 분석자료를 쉽게 활용할 수 있기 때문에 제외하였다. 선정된 품목은 전문음식점이나 대중음식점, 분식점, 마트, 제과점 등에서 1~2가지씩 구입하였다. 본 연구에서는 최종적으로 한식은 불고기, 돼지고기 수육, 제육볶음, 동태전, 해물파전, 된장찌개, 청국장찌개, 순두부찌개, 동태찌개, 떡만두국, 육개장, 추어탕, 삼계탕, 설농탕, 비빔밥, 죽 4종 (쇠고기버섯죽, 삼계죽, 해물죽, 전복죽)을, 면류 음식으로는 바지락칼국수, 짜장면, 짬뽕, 냉면 (비빔

냉면과 물냉면), 스파게티 (크림소스와 토마토소스)를 선정하여 구입하였다. 특히, 국물의 양도 많고 비타민 B₁₂ 함량이 높을 것으로 예상되는 바지락칼국수, 삼계탕, 설농탕은 국물과 건더기를 분리한 후 따로 분석하여 각각의 비타민 B₁₂ 함량을 제시함으로써 자료의 활용성을 높이고자 하였다.

식사나 간식으로 간편하게 널리 즐겨 먹는 음식의 하나인 김밥은 분식점이나 김밥 전문점에서 구입하였고, 삼각김밥은 편의점에서 구입하였으며, 만두는 찐 것으로 분식점, 일반음식점 및 마트의 냉동포장제품 등을 각각 구입하였고, 순대는 분식점이나 전문음식점에서 구입하였다. 분말화된 인스턴트 크림스프 (오투기 쇠고기 스프), 데우기만 하면 먹을 수 있도록 조리되어 리토르트 파우치에 포장된 즉석카레 (오투기 3분 카레)와 즉석짜장소스 (오투기 3분짜장), 스파게티 소스 (풀무원), 베타기 통조림, 라면 (꼬꼬면, 신라면)은 마트에서 구입하였다. 햄버거는 치즈버거와 불고기버거 (맥도날드), 치킨버거 (KFC)를 패스트푸드점에서 구입하였고, 피자는 수퍼디럭스 (도미노)를 구입하였다. 라면의 경우는 1개를 냄비에 끓여서 식힌 후 냉동하였다가 실험에 이용하였다. 베이글은 던킨도우넛에서 구입하였고, 와플은 와플전문점에서 구입하였으며, 빵과 케익은 제과점 (파리바게트와 두레쥬르)에서, 감자칩과 초코칩쿠키 (오리온)와 커스터드 스낵케익 (롯데)은 마트에서 구입하였다.

수집한 음식은 일부 또는 1인분량의 무게를 측정 후 동결 건조하고, 가정용 전기 분쇄기를 이용하여 분말로 만들어 냉동 보관하였다가 분석에 이용하였다.

식품에서 총 비타민 B₁₂의 추출 및 미생물을 이용한 함량 분석

비타민 B₁₂ 함량을 분석하는 방법으로 비타민 B₁₂ 농도에 특이하게 의존적으로 성장하는 미생물을 이용한 분석법이 오랜 동안 세계적으로 공인되어 사용되어 왔는데, 박테리아는 사람이 활용하지 못하는 코리노이드도 일부 이용할 수 있기 때문에 미생물법을 통한 비타민 B₁₂ 함량 분석 시 실제보다 과대 평가되는 약점이 지적되어 왔다.²⁴⁻²⁶⁾ 따라서, 본 연구에서는 박테리아에서는 비타민 B₁₂로서의 활성을 나타내지만 사람에서는 이용되지 못하는 코리노이드의 양을 일부나마 측정하여 보정함으로써 사람이 실제로 이용할 수 있는 비타민 B₁₂ 함량에 보다 가까운 값을 구하고자 하였다.

본 연구에서는 Watanabe 등²⁷⁾의 방법과 Miyamoto 등²⁸⁾의 방법에 따라 시행하였다. 건조분말시료 2 g을 50 mL의 0.1 M acetate buffer (pH 4.5)에 넣고, 0.05% KCN 용액을 첨가한 후 어두운 곳에서 30분간 끓여 총 비타민 B₁₂를 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 B₁₂ 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 delbrueckii 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 curve을 얻어 그 방정식으로부터 추출물 A와 추출물 B에 함유되어 있는 cyanocobalamin의 농도를 계산하였다. 추출물 A에서 측정된 총 비타민 B₁₂ 양 (박테리아가 비타민 B₁₂로 활용할 수 있는 것)에서 추출물 B에서 측정된 알칼리 저항성 비타민 B₁₂ 양 (박테리아는 이용 가능하나 사람은 비타민 B₁₂로 이용할 수 없는 것)을 빼 주어 사람에게서 이용 가능한 구조를 갖춘 비타민 B₁₂의 양에 가깝도록 계산하고자 하였다. 실험상의 오차를 줄이기 위하여 각 시료마다 3~6회 반복 실험을 하여 건조시료 100 g 당의 함량을 평균 ± 표준오차로 표시하였으며, 원시료 100 g 당의 비타민 B₁₂ 함량은 건조시료 기준의 평균 함량과 건조수율로부터 환산하여 구하였다. 덧붙여, 일부 음식에 대하여는 1인분량 또는 1 포장단위가 함유하는 비타민 B₁₂ 양을 환산하여 제시하였다.

결 과

분석방법의 적정성 확인 실험

비타민 B₁₂ 함량 분석은 코발라민에 절대적으로 의존적인 성장패턴을 보이는 박테리아를 이용하는 방법을 사용하는데 성장속도가 빠른 만큼 미세한 조건의 변화에도 결과는 민감하게 달라지는 경향이 있다. 따라서, 우선 본 연구에서 사용한 방법의 안정성과 민감성을 확인해 보기 위하여 비타민 B₁₂ 측정 시 표준시약으로 사용한 cyanocobalamin을 10, 1, 0.1 ng/mL 3가지 농도로 시료를 만들어 본 연구의 실험방법대로 측정하여 비교하였다. 분석 결과 비타민 B₁₂ 평균 농도값은 원래 표준시약 농도와 비교하여 평균 97.8~102.2%의 범위에서 비교적

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

Concentration of cyanocobalamin	Total (ng/mL)	Alkali-resistant (ng/mL)	Vitamin B ₁₂ ¹⁾ (ng/mL)
100 ng/mL	104.3 ± 12.3	2.13 ± 4.15	102.2 ± 11.9 (94.1-126.7) ²⁾
10 ng/mL	11.37 ± 0.34	1.57 ± 2.67	9.78 ± 1.12 (7.80-11.20)
1 ng/mL	1.19 ± 0.44	0.17 ± 0.35	1.02 ± 0.18 (0.83-1.20)

Values are represented by Mean ± SD of 5-6 repeats

1) Vitamin B₁₂ = Total vitamin B₁₂-Alkali resistant factor 2) range (min-max)

좋은 일치성을 보였다 (Table 1).

한식 외식음식의 비타민 B₁₂ 함량

음식점에서 수집한 한식의 비타민 B₁₂ 분석 결과는 Table 2와 같다.

한식을 대표하는 음식인 불고기를 전문음식점에서 불고기용 불판에 구운 후 부재료를 가능한 제외하고 소고기 부분 위주로 수집하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 3.5 µg/100 g이었다. 돼지고기 수육은 0.48 µg/100 g이었고, 고추장 양념을 하여 볶은 제육볶음은 0.11 µg/100 g으로 수육이 제육볶음보다 높았다. 돼지고기 완자전, 동태전, 해물과전의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.31 µg/100 g, 0.32 µg/100 g, 2.96 µg/100 g으로 해물과전의 함량이 가장 높았다.

찌개류에서는 우리나라의 대표적인 발효식품인 된장과 청국장을 이용한 된장찌개와 청국장찌개를 분석하였는데 된장찌개는 바지락된장찌개와 해물된장찌개 2종류를 각기 다른 음식점에서 수집하였다. 바지락된장찌개와 해물된장찌개, 청국장찌개의 비타민 B₁₂ 함량은 분석 결과 각각 0.91 µg/100 g, 1.44 µg/100 g, 0.12 µg/100 g였으며, 1인분으로 제공된 전체 무게를 측정하여 환산한 결과 3가지 음식의 1인분에는 각각 2.57 µg (183 g), 6.50 µg (451 g), 0.32 µg (264 g)이었다.

일반 대중음식점 1곳에서 수집한 동태찌개와 2곳의 음식점에서 수집한 순두부찌개의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.40 µg/100 g과 0.56 µg/100 g, 1.93 µg/100 g이었으며, 1인분으로 제공된 양의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 1.49 µg (375 g), 2.04 µg (365 g), 10.44 µg (540 g)이었다.

떡만두국의 비타민 B₁₂ 함량은 0.07 µg/100 g (0.71 µg/1인분, 960 g)의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다. 선지해장국은 0.59 µg/100 g (5.97 µg/1인분, 1,019 g)의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었으며, 2곳에서 수집한 육개장은 각각 0.37 µg/100 g (2.04 µg/1인분, 552 g)과 0.28 µg/100 g (1.15 µg/1인분, 405 g)의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다. 또한, 추어탕과 갈비탕의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.55 µg/100 g과 0.36 µg/100 g으로 1인분은 각각 2.63 µg (479 g), 1.91 µg (540 g)의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다.

전문 음식점의 삼계탕과 마트에서 리토르트 파우치 포장된

삼계탕을 각각 구입하여 먼저 국물을 분리하고, 대추, 밤 껍질, 닭뼈는 발라 제거한 후 나머지 가식부위의 건더기를 모아 중량을 측정하고 분석하였는데, 전문음식점의 삼계탕이 포장제품에 비하여 국물의 양이 2배 이상 많아 1인분의 가식부위 총중량이 전문음식점 삼계탕은 910 g인데 비하여 포장 삼계탕제품은 520 g에 불과하였다. 전문음식점 삼계탕의 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.18 µg/100 g, 0.68 µg/100 g으로 전체적으로 0.32 µg/100 g이었는데 이를 1인분으로 환산하면 2.89 µg이었다. 반면, 가공포장 삼계탕의 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.28 µg/100 g, 0.52 µg/100 g으로 전체적으로 0.38 µg/100 g이었는데 이를 1인분으로 환산하면 2.00 µg이었다. 전문음식점의 삼계탕과 가공포장 삼계탕의 100 g당 비타민 B₁₂ 함량은 서로 비슷한 수준이었지만 1인분의 중량이 전문음식점 삼계탕이 훨씬 커서 1인분의 비타민 B₁₂ 함량은 전문음식점 삼계탕이 더 높았다. 그러나, 국물의 비타민 B₁₂ 농도는 오히려 가공포장 삼계탕이 더 높았다.

설농탕은 전문음식점 (WM)과 체인점 (SS)에서 각각 기본적인 것으로 주문하여, 국물과 건더기를 분리하여 분석하였다. 1인분 중량에 있어 WM 설농탕은 700 g인데 비하여 SS설농탕은 530 g으로 전문음식점 설농탕의 1인분 제공량이 체인점 설농탕보다 더 많았다. WM 설농탕의 건더기에는 소고기, 소면, 파가 있었으며, SS설농탕에는 소면은 없고 소고기와 파만 있었는데 소고기의 양이 WM 설농탕보다 적었으며, 국물의 양도 더 적었다. WM 설농탕의 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.50 µg/100 g, 2.84 µg/100 g으로 전체적으로 0.95 µg/100 g이었으며, 이를 1인분으로 환산하면 6.64 µg 인 반면, SS 설농탕은 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량이 각각 0.02 µg/100 g, 1.04 µg/100 g으로 전체적으로 0.09 µg/100 g이었으며, 이를 1인분으로 환산하면 0.50 µg에 불과하였다.

비빔밥의 비타민 B₁₂ 함량은 0.36 µg/100 g으로 1인분 (375 g)은 1.35 µg의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다. 분석 대상으로 수집한 비빔밥은 쌀밥 위에 달걀 1개와 콩나물, 호박, 당근, 무생채, 고사리, 표고버섯, 고추장 양념이 있었으며 소고기는 없었다.

죽은 보통 환자나 노인용의 특수한 음식이지만, 요즘은 죽 전문점들이 생기면서 다양한 재료를 이용하여 영양이 풍부하

Table 2. Vitamin B₁₂ content in Korean popular foods at restaurant

Food	Main ingredient (restaurant)	Total ($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$)	Alkali-resistant ($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$)	Vitamin B ₁₂	
				($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$) ¹⁾	($\mu\text{g}/\text{serving}$) ³⁾
Beef bulgoggi (Korean style seasoned and stir-fried beef)	Beef, garlic, ganjang onion (SE)	9.88 ± 0.22	0.23 ± 0.03	9.66 ± 0.24	3.50
Pork suyoak (Boiled pork)	Pork (YB)	1.00 ± 0.13	0.05 ± 0.01	0.95 ± 0.13	0.48
Jeyookbokkum (Stir-fried pork with gochujang sauce)	Pork, gochujang, onion, garlic (NS)	0.41 ± 0.05	0.09 ± 0.02	0.32 ± 0.02	0.11
Griddle, minced pork	Pork, tofu, egg, oil (LK)	1.22 ± 0.27	0.22 ± 0.01	1.01 ± 0.27	0.31
Griddle, pollack	Pollack, egg, oil (LK)	0.93 ± 0.53	0.07 ± 0.05	0.86 ± 0.55	0.32
Griddle, seafood & green pepper	Green pepper, squid, cram, egg, oil (NS)	7.22 ± 0.44	0.10 ± 0.00	7.12 ± 0.44	2.96
Doenjang stew with cram	Doenjang, little neck cram, zucchini, tofu (NS)	7.90 ± 1.37	0.75 ± 0.01	7.15 ± 1.37	0.91
Doenjang stew with seafood	Doenjang, crab, shrimp, zucchini, tofu (JG)	14.84 ± 0.23	1.57 ± 0.59	13.27 ± 0.74	1.44
Chungkookjang stew	Chungkookjang, kimchi, tofu(NS)	1.33 ± 0.03	0.59 ± 0.05	0.73 ± 0.02	0.12
Soft-tofu stew	Soft tofu, cram, egg, red pepper (NS)	4.67 ± 0.34	0.34 ± 0.04	4.34 ± 0.30	0.56
	Soft tofu, cram, oyster, shrimp, egg, red pepper (JG)	12.79 ± 0.07	0.37 ± 0.02	12.43 ± 0.09	1.93
Pollack stew	Pollack, radish, gochujang (NS)	3.47 ± 0.38	0.24 ± 0.04	3.23 ± 0.36	0.40
Rice cake and dumpling soup	Rice cake, dumpling, bone soup (WM)	0.49 ± 0.05	0.21 ± 0.05	0.28 ± 0.06	0.07
Haejangguk (Hangover soup)	Beef, cabbage, bean sprout, cow's blood (SE)	3.56 ± 0.17	0.76 ± 0.02	2.80 ± 0.19	0.59
Yookejang (Beef spicy soup)	Beef, green pepper, red pepper, egg (JG)	1.85 ± 0.03	0.06 ± 0.01	1.79 ± 0.04	0.37
	(NS)	1.82 ± 0.07	0.13 ± 0.01	1.69 ± 0.06	0.28
Chuatang (Loach stew)	Loach, red pepper, yadish greens, doenjang (SU)	5.41 ± 0.11	0.25 ± 0.06	5.15 ± 0.06	0.55
Galbitang (Rib soup)	Rib, beef, green pepper (JG)	2.52 ± 0.06	0.22 ± 0.01	2.31 ± 0.06	0.36
Somgetang (Chicken and ginseng soup)	Young chicken, ginseng, sticky rice, garlic (YG)	1 serving			0.32
Soup		2.72 ± 0.09	0.37 ± 0.06	2.35 ± 0.08	0.18
Solid		1.87 ± 0.05	0.05 ± 0.01	1.82 ± 0.06	0.68
	(GJ) ⁴⁾	1 pack			0.38
Soup		5.80 ± 0.25	1.40 ± 0.06	4.40 ± 0.31	0.28
Solid		2.04 ± 0.16	0.27 ± 0.19	1.77 ± 0.14	0.52

Table 2. Continued

Food	Main ingredient (restaurant)	Total ($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$)	Alkali-resistant		Vitamin B ₁₂	
			($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$)	($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$) ¹⁾	($\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$) ²⁾	($\mu\text{g}/\text{servings}$) ³⁾
Sulnongtang (bone soup)	Bone soup, beef, green pepper, noodle (WM)	1 serving			0.95	6.64 (700 g)
	Soup	4.56 ± 0.22	0.11 ± 0.02	4.46 ± 0.23	0.50	2.81 (565 g)
	Solid	8.57 ± 0.25	0.06 ± 0.01	8.51 ± 0.24	2.84	3.83 (135 g)
	Bone soup, beef, green pepper (SS)	1 serving			0.09	0.50 (530 g)
	Soup	0.36 ± 0.07	0.170 ± 0.08	0.18 ± 0.01	0.02	0.09 (490 g)
Bibim-bap	Solid	2.35 ± 0.34	0.05 ± 0.01	2.30 ± 0.33	1.04	0.41 (40 g)
	Steamed rice, egg, soybean sprout, zucchini, carrot, radish, mushroom, braken, gochujang (NS)	1.30 ± 0.11	0.15 ± 0.02	1.15 ± 0.11	0.36	1.35 (375 g)
Rice porridge with beef and mushroom	Rice, beef, mushroom, laver (BJ)	0.48 ± 0.05	0.06 ± 0.01	0.42 ± 0.04	0.08	0.64 (835 g)
Rice porridge with chicken and ginseng	Rice, chicken, ginseng, laver (BJ)	0.60 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.51 ± 0.04	0.09	0.80 (861 g)
Rice porridge with seafood	Rice, mussel, shrimp, cram, oyster, laver (BJ)	9.93 ± 0.49	0.05 ± 0.00	9.88 ± 0.49	1.64	13.67 (836 g)
Rice porridge with abalone	Rice, abalone, mushroom, laver (BJ)	0.80 ± 0.03	0.05 ± 0.01	0.75 ± 0.03	0.13	1.06 (846 g)

Values are represented by Mean ± SD of 3-6 repeats

1) Vitamin B₁₂ = Total vitamin B₁₂/Alkali resistant factor 2) calculated from average vitamin B₁₂ content measured in dried sample and drying yield 3) Vitamin B₁₂ content/one serving 4) cooked and packed in retort pouch

Table 3. Vitamin B₁₂ content in some popular noodles

Food	Main ingredient (restaurant)	Total ($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$)	Alkali-resistant		Vitamin B ₁₂	
			($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$)	($\mu\text{g}/100\text{ g dry wt}$) ¹⁾	($\mu\text{g}/100\text{ g wet wt}$) ²⁾	($\mu\text{g}/\text{servings}$) ³⁾
Cram noodle soup	Noodle, little neck cram, zucchini, onion (GU)	8.43 ± 0.53	0.09 ± 0.04	8.34 ± 0.55	1.78	18.8 (1,053 g)
	Soup	12.43 ± 0.83	0.23 ± 0.01	12.20 ± 0.82	2.07	8.29 (400 g)
Jajangmyeon (Chinese black soybean noodle)	Noodle, black bean paste, pork, onion (MS)	0.21 ± 0.04	0.19 ± 0.03	0.02 ± 0.02	0.01	0.04 (603 g)
	(JC)	0.11 ± 0.01	0.17 ± 0.01	-	-	-
Zamppong (Chinese style spicy noodle soup with seafood)	Squid, mussel, shrimp, onion, red pepper (MS)	0.92 ± 0.09	0.14 ± 0.02	0.78 ± 0.08	0.14	1.43 (998 g)
	(JC)	4.38 ± 1.08	0.12 ± 0.01	4.26 ± 1.08	0.88	7.79 (998 g)
Bibim-Naengmyeon (Cold noodle with gochujang sauce)	Noodle, beef, egg, gochujang, radish (JG)	1.01 ± 0.07	0.34 ± 0.04	0.67 ± 0.03	0.23	1.21 (533 g)
	Beef stock, noodle, beef, egg, radish (JG)	1.30 ± 0.06	1.02 ± 0.06	0.28 ± 0.03	0.04	0.38 (1,043 g)
Tomato spaghetti	Noodle, beef, tomato sauce (SP)	0.77 ± 0.04	0.19 ± 0.01	0.58 ± 0.04	0.20	-
	Noodle, milk cream, ham (MS)	0.94 ± 0.09	0.22 ± 0.02	0.71 ± 0.08	0.263	-
Cream spaghetti	(SP)	0.57 ± 0.02	0.16 ± 0.01	0.41 ± 0.02	0.17	-

Values are represented by Mean ± SD of 3-6 repeats

1) Vitamin B₁₂ = Total vitamin B₁₂/Alkali resistant factor 2) calculated from average vitamin B₁₂ content measured in dried sample and drying yield 3) Vitamin B₁₂ content/one serving

고 맛있는 상품들이 많이 개발됨에 따라 건강한 일반인에게도 별식으로 인기가 높다. 가장 대중적인 죽인 소고기버섯죽, 삼계죽, 해물죽, 전복죽을 죽 전문점에서 구입하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 각각 0.08 µg/100 g, 0.09 µg/100 g, 1.64 µg/100 g, 0.13 µg/100 g이었고, 이를 1인분량으로 환산하면 각각 0.64 µg (835 g), 0.80 µg (861 g), 13.67 µg (836 g), 1.06 µg (846 g)으로 해물죽의 비타민 B₁₂ 함량이 가장 높았다.

면류 외식음식의 비타민 B₁₂ 함량

음식점에서 수집한 한국인이 즐겨 먹는 면류의 비타민 B₁₂ 분석 결과는 Table 3과 같다.

바지락칼국수의 비타민 B₁₂ 함량은 1.78 µg/100 g으로 1인분량 (1,053 g)은 18.8 µg의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었는데, 국물만 따로 분석한 결과는 2.07 µg/100 g이었다. 바지락을 넣고 끓이는 동안 바지락 내의 비타민 B₁₂가 상당량 국물로 용출되었을 것으로 생각된다.

짜장면과 짬뽕은 2곳의 중국음식점에서 수집하였는데, MS짜장면의 비타민 B₁₂ 함량은 0.01 µg/100 g으로 1인분량 (603 g)에는 0.04 µg을 함유하고 있었으나, JC짜장면에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았다. MS짬뽕과 JC짬뽕의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.14 µg/100 g과 0.88 µg/100 g으로, 1인분량에는 각각 1.43 µg (958 g)과 7.79 µg (998 g)으로 차이가 컸다.

짜장면과 짬뽕의 비타민 B₁₂ 함량은 육류나 해물이 얼마나 들어갔느냐에 따라 결정될 것으로 생각된다.

냉면은 비빔냉면과 물냉면을 분석한 결과 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.23 µg/100 g과 0.04 µg/100 g으로 1인분량에는 1.21 µg (533 g)과 0.38 µg (1,043 g)이 함유되어 있었다. 토마토소스 스파게티의 비타민 B₁₂ 함량은 0.20 µg/100 g이었으며, 2곳의 음식점에서 수집한 크림소스 스파게티의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.26 µg/100 g과 0.17 µg/100 g으로, 크림소스 스파게티와 토마토소스 스파게티 간에 차이는 없었다.

간편식품의 비타민 B₁₂ 함량

김밥, 삼각김밥, 만두, 순대 등 한국인이 즐겨 섭취하는 간편식품의 비타민 B₁₂ 함량을 측정된 결과는 Table 4와 같다.

김밥은 기본김밥, 참치김밥, 소고기김밥 3종을 1개 분석점과 1개 김밥전문점에서 각각 구입하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 3가지 모두 김밥 1줄의 비타민 B₁₂ 함량은 일반김밥 1.09 µg과 2.03 µg, 참치김밥 1.21 µg과 2.27 µg, 소고기김밥 1.46 µg과 2.53 µg으로 소고기 김밥이 가장 높았다. 동일한 편의점에서 전주비빔, 케이준치킨, 김치불고기 삼각김밥 3종을 구입하여 1개당의 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 전주비빔 1.11 µg, 케이준치킨 0.91 µg, 김치불고기 0.54 µg으로 전주비빔 삼각김밥이 가장 높았다.

Table 4. Vitamin B₁₂ content in Korean popular convenient foods

Food	Brand (maker)	Type ¹⁾	Total (µg/100 g dry wt)	Alkali-resistant (µg/100 g dry wt)	Vitamin B ₁₂ ²⁾		
					(µg/100 g dry wt)	(µg/100 g wet wt) ³⁾	(µg/serving) ⁴⁾
Gimbap	Regular (MR)	R	1.41 ± 0.04	—	1.41 ± 0.04	0.49	1.09 (223 g)
	Regular (KM)	R	2.38 ± 0.08	0.08 ± 0.01	2.29 ± 0.12	0.81	2.03 (250 g)
	Tuna (MR)	R	1.18 ± 0.05	—	1.18 ± 0.04	0.45	1.21 (268 g)
	Tuna (KM)	R	2.67 ± 0.15	0.09 ± 0.01	2.58 ± 0.14	0.94	2.27 (242 g)
	Beef (MR)	R	1.38 ± 0.05	—	1.38 ± 0.05	0.52	1.46 (280 g)
	Beef (KM)	R	2.92 ± 0.15	0.19 ± 0.03	2.72 ± 0.14	0.99	2.53 (256 g)
Triangle gimbap	Jeonju bibim (GS)	C	2.37 ± 0.11	0.14 ± 0.01	2.23 ± 0.12	0.99	1.11 (113 g)
	Cajun chicken (GS)	C	2.10 ± 0.13	0.03 ± 0.01	2.07 ± 0.13	0.87	0.91 (105 g)
	Kimchi bulgogi (GS)	C	1.49 ± 0.07	0.04 ± 0.00	1.45 ± 0.07	0.60	0.54 (91 g)
Dumpling, steamed	Meat (KU)	R	0.44 ± 0.04	0.17 ± 0.04	0.27 ± 0.02	0.10	
	Meat (SS)	R	0.22 ± 0.03	0.12 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.04	
	Kimchi (KU)	R	0.34 ± 0.03	0.23 ± 0.03	0.10 ± 0.01	0.04	
	Gohyang (HT)	FZ	0.17 ± 0.03	0.15 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.02	0.03 (162 g)
Soondae	Starch vermicelli soondae (MR)	R	0.13 ± 0.01	0.02 ± 0.10	0.10 ± 0.01	0.05	
	Starch vermicelli soondae (MJ)	R	0.43 ± 0.03	0.07 ± 0.00	0.36 ± 0.03	0.14	
	Sticky rice soondae (S.J)	R	0.57 ± 0.07	0.12 ± 0.02	0.45 ± 0.06	0.18	

Values are represented by Mean ± SD of 3–5 repeats

1) R: made in restaurant, C: purchased in convenient store, FZ: frozen product purchased in grocery 2) Vitamin B₁₂ = Total vitamin B₁₂-Alkali resistant factor 3) calculated from average vitamin B₁₂ content measured in dried sample and drying yield 4) Vitamin B₁₂ content/one serving

2군데 음식점에서 구입한 고기만두는 크기가 서로 달랐는데 각각 0.10 µg/100 g과 0.04 µg/100 g으로 차이가 있었으며, 김치만두는 0.04 µg/100 g였다. 마트에서 구입한 포장냉동만두의 비타민 B₁₂ 함량은 0.02 µg/100 g으로 음식점 만두에 비하여 낮았다.

당면순대를 2군데 분식집에서 구입하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 각각 0.05 µg/100 g과 0.14 µg/100 g이었으며, 순대 전문식당에서 구입한 찹쌀순대의 비타민 B₁₂ 함량은 0.18 µg/100 g로 가장 높았다.

즉석식품, 인스턴트 식품과 패스트푸드의 비타민 B₁₂ 함량

마트에서 구입한 즉석식품, 인스턴트 식품과 전문 패스트푸드점에서 구입한 3종의 햄버거와 피자 등에서 분석한 비타

민 B₁₂ 함량 결과는 Table 5와 같다.

크림스프용 분말인 '소고기스프'와 리토르트 파우치 포장된 즉석카레인 '3분카레'와 '3분짜장'에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았으며, 우리나라에서 독특하게 섭취되고 있는 음식의 하나인 번데기 통조림의 비타민 B₁₂ 함량은 0.01 µg/100 g으로 낮았다.

리토르트 파우치 포장된 크림스파게티 소스와 토마토스파게티 소스의 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 크림스파게티 소스는 0.04 µg/100 g이었으나, 토마토스파게티 소스에서는 검출되지 않았다. 라면은 꼬꼬면과 신라면을 구입하여 끓은 후 국물까지 함께 동결건조하여 분석하였는데 모두 비타민 B₁₂가 검출되지 않았다.

Table 5. Vitamin B₁₂ content in ready-made, instant or fast foods

Food	Brand (maker)	Total (µg/100 g dry wt)	Alkali- resistant (µg/100 g dry wt)	Vitamin B ₁₂ ¹⁾		
				(µg/100 g dry wt)	(µg/100 g wet wt) ²⁾	(µg/portion) ³⁾
Cream soup, powder	Beef cream soup (OT)	0.04 ± 0.01	0.14 ± 0.03	-	-	-
Instant curry, retort	3min-curry (OT)	0.36 ± 0.01	0.36 ± 0.01	-	-	-
Instant jajang, retort	3min-jajang (HT)	0.16 ± 0.03	0.28 ± 0.02	-	-	-
Silkworm pupa, canned	Silkworm pupa (RfC)	0.20 ± 0.02	0.18 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.01	-
Spaghetti sauce	Cream (PU)	0.26 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.15 ± 0.01	0.04	0.07 (170 g)
	Tomato (PU)	0.15 ± 0.01	0.28 ± 0.03	-	-	-
Ramen	Kokomyeon (PD)	0.05 ± 0.02	0.11 ± 0.01	-	-	-
	Shin ramyeon (NS)	0.07 ± 0.01	0.12 ± 0.02	-	-	-
Hamburger	Cheese burger (MD)	1.29 ± 0.17	0.18 ± 0.03	1.12 ± 0.14	0.65	0.76 (117 g)
	Chicken burger (KFC)	0.74 ± 0.06	0.14 ± 0.03	0.60 ± 0.03	0.28	0.62 (223 g)
	Bulgogi burger (MD)	0.81 ± 0.14	0.19 ± 0.03	0.62 ± 0.11	0.34	0.54 (158 g)
Pizza	Superdelux, large (DM)	0.55 ± 0.03	0.13 ± 0.03	0.42 ± 0.06	0.21	0.22 (109 g/slice)

Values are represented by Mean ± SD of 3-6 repeats

1) Vitamin B₁₂ = Total vitamin B₁₂-Alkali resistant factor 2) calculated from average vitamin B₁₂ content measured in dried sample and drying yield 3) Vitamin B₁₂ content/one serving or packing unit

Table 6. Vitamin B₁₂ content in bread, cake and cookies

Food	Brand (maker)	Total (µg/100 g dry wt)	Alkali-resistant (µg/100 g dry wt)	Vitamin B ₁₂ ¹⁾		
				(µg/100 g dry wt)	(µg/100 g wet wt) ²⁾	(µg/portion) ³⁾
Bagel	Plain(DK)	0.73 ± 0.03	0.54 ± 0.03	0.19 ± 0.04	0.13	0.17 (130 g)
Waffle	Plain (B&W)	0.66 ± 0.02	0.19 ± 0.02	0.46 ± 0.03	0.38	0.17 (45 g)
Bread	Almond soboro (PB)	0.17 ± 0.05	0.13 ± 0.05	0.04 ± 0.01	0.01	0.02 (250 g)
	Mocca bread (PB)	0.13 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.02	0.04 (220 g)
	Redbean jam bread (PB)	0.20 ± 0.02	0.15 ± 0.03	0.05 ± 0.02	0.01	0.01 (92 g)
	White bread (PB)	0.23 ± 0.09	0.24 ± 0.09	-	-	-
Cake	Cake with milk cream (TJ)	0.20 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.15 ± 0.01	0.06	-
	Roll cake with custard cream (LT)	0.15 ± 0.00	0.02 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.05	0.01 (23 g)
Chips	Potato (OR)	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03	-	-	-
	Choco (OR)	0.10 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.004	-

Values are represented by Mean ± SD of 3-6 repeats

1) Vitamin B₁₂ = Total vitamin B₁₂-Alkali resistant factor 2) calculated from average vitamin B₁₂ content measured in dried sample and drying yield 3) Vitamin B₁₂ content/one serving or packing unit

햄버거는 패스트푸드점에서 치즈버거, 치킨버거, 불고기버거를 구입하여 분석한 결과 1개 당 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.76 µg, 0.62 µg, 0.54 µg으로 치즈버거의 함량이 가장 높았다. 피자로는 도미노피자에서 수퍼딜릭스 라지 사이즈를 구입하여 분석한 결과 비타민 B₁₂ 함량은 0.21 µg/100 g으로 이를 기준으로 계산하면 8등분한 1조각 (109 g)의 함량은 0.22 µg이었다.

빵, 케익 및 과자류의 비타민 B₁₂ 함량

빵류와 과자류의 비타민 B₁₂ 함량 분석 결과는 Table 6과 같다.

최근 지방함량이 낮아 다이어트 및 웰빙식품으로 소비가 증가하고 있는 베이글 중 플레인을 제과점에서 구입하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 0.13 µg/100 g으로 1개 (130 g)는 0.17 µg을 함유하고 있었으며, 간식으로 인기 있는 와플을 와플전문점에서 구입하여 분석한 결과 0.38 µg/100 g으로 1개 (45 g)는 0.17 µg을 함유하고 있었다. 제과점에서 구입한 우유식빵에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았으며, 모카빵은 0.02 µg/100 g으로 1봉지 (220 g)는 0.04 µg의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다. 소보루빵과 단팥빵의 100 g당 비타민 B₁₂ 함량은 0.01 µg/100 g으로 동일하였으며, 소보루빵 1개 (250 g)는 0.02 µg이었고, 단팥빵 1개 (92 g)는 0.01 µg의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다. 케익 빵 사이에 크림을 넣은 롤케익의 비타민 B₁₂ 함량은 0.06 µg/100 g이었다.

커스터드 크림이 들어간 ‘커스터드 케익’의 비타민 B₁₂ 함량은 0.05 µg/100 g이었으며, 감자칩 상품인 ‘양파맛포카칩’에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았으며, ‘초코칩쿠키’는 0.004 µg/100 g의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다.

고 찰

비타민 B₁₂ 함량 분석에 이용하는 미생물인 lactic bacterium은 특이하게 비타민 B₁₂에 의존적인 증식을 하기 때문에 비타민 B₁₂ 농도에 따른 민감도는 높으나 특이성에 문제가 있는 것으로 지적되었다.²⁹⁾ 이들 박테리아는 사람과 달리 내적인자 (intrinsic factor)에 대한 친화성이 낮은 코리노이드 화합물 (pseudo-vitamin B₁₂)과 deoxyribose와 deoxynucleotides 등도 비타민 B₁₂와 동일하게 활용할 수 있기 때문에 실제로 일부 식품의 경우 미생물법으로 측정된 비타민 B₁₂의 함량이 과대 평가 될 수 있다.²⁴⁾ 식품 내에 존재하는 유사 (psudo) 비타민 B₁₂를 정확하게 정량하려면 TLC나 HPLC 방법을 사용하여야 하는 어려움이 있어^{26,29)} 일반적으로 식품 내 비타민 B₁₂ 함량을 분석하는데 사용하기는 어렵다. 그러나, deoxyribose와 deoxynucleotides 등은 비타민 B₁₂와 달리 알칼리에 강한 특성을

을 갖고 있기 때문에 식품추출물을 알칼리 처리 한 후 측정하면 정량이 가능하다. 따라서, 미생물법으로 식품 내 비타민 B₁₂ 함량을 보다 정확하게 측정하려면 전체 비타민 B₁₂ 함량에서 알칼리 저항성 비타민 B₁₂ 함량을 빼 주어야 한다고 하였다.²⁴⁾

돼지고기 앞다리살 생것의 비타민 B₁₂ 함량이 0.64 µg/100 g인 것을 감안하면,²¹⁾ 수육은 돼지고기를 물 속에 넣고 삶는 과정에서 수용성인 비타민 B₁₂가 일부 손실되었을 가능성이 있으며, 제육볶음에는 고추장과 양파, 파, 마늘, 설탕 등의 부재료가 들어가 최종적인 음식이 함유하는 비타민 B₁₂ 농도는 감소하였을 것이며, 돼지고기의 부위별로 비타민 B₁₂ 함량이 차이가 있을 것으로 생각된다.

돼지고기 완자전, 동태전, 해물과전 중에서는 해물과전의 함량이 가장 높았는데, 해물과전에는 다른 전에 비하여 달걀이 많이 들어가기도 하고, 비타민 B₁₂ 함량이 높은 오징어와 조갯살 등이 들어가기 때문으로 생각된다. 전을 부치는데 공통적으로 들어가는 달걀의 비타민 B₁₂ 함량은 육류보다 높은 편으로 1.29 µg/100 g이다.²¹⁾

어패류는 종류와 부위에 따라 비타민 B₁₂ 함량에 있어서 많이 차이가 나는데, 명태살의 비타민 B₁₂ 함량은 4.0 µg/100 g인 반면, 명태알은 18.10 µg/100 g으로 매우 높고 고등어는 10.6 µg/100 g이다.²¹⁾ 대체로 생선보다는 패류와 갑각류의 비타민 B₁₂ 함량이 높아 바지락, 꼬막, 굴, 홍합, 꽃게의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 62.4 µg/100 g, 40.9 µg/100 g, 16.0 µg/100 g, 12.0 µg/100 g, 9.0 µg/100 g^{21,23)}으로 이러한 재료가 많이 들어간 음식일수록 비타민 B₁₂ 함량은 높아지게 될 것이다.

순두부찌개 2가지 샘플의 비타민 B₁₂ 함량이 차이가 컸던 이유는 굴, 새우, 조개 등의 해물의 양에 차이가 있었기 때문이며, 바지락된장찌개나 해물된장찌개가 청국장찌개보다 비타민 B₁₂ 함량이 높았던 이유도 된장찌개에는 비타민 B₁₂ 함량이 매우 높은 바지락, 게, 새우 등이 들어간 반면 청국장찌개에는 다시멸치만 조금 들어갔기 때문으로 생각된다. 따라서, 해물이 들어가지 않고 멸치만 넣은 된장찌개라면 해물된장찌개보다 낮은 결과를 보였을 것이다.

한편, Kwak 등²²⁾은 된장이나 청국장의 경우 전통식제품이 개량식제품보다 비타민 B₁₂ 함량이 더 높다고 보고한 바 있다. 전통식제품인 경우 된장은 1.85 µg/100 g, 청국장은 0.69 µg/100 g으로 된장이 청국장에 비하여 월등하게 높았지만, 개량식제품인 경우에는 된장은 0.04~0.86 µg/100 g, 청국장은 0.06~0.15 µg/100 g으로 비슷하거나 된장이 약간 높은 정도였다고 하였다.

전문 음식점 삼계탕과 마트에서 리토르트 파우치 포장된 삼계탕제품 국물의 비타민 B₁₂ 농도가 전문음식점 삼계탕에

비하여 높았던 것은 유통 상의 편의를 위하여 부피와 무게를 줄이느라 국물을 조렸기 때문으로 생각할 수 있다.

소고기버섯죽, 삼계죽, 해물죽, 전복죽 중에서는 해물죽의 비타민 B₁₂ 함량이 가장 높았다. 이는 해물죽에 비타민 B₁₂ 함량이 높은 굴, 새우, 조개, 홍합 등이 많이 들어갔기 때문이다. 그리고, 모든 죽 위에는 김가루와 참깨가 뿌려져 있었는데 김 또한 비타민 B₁₂ 함량이 매우 높기 때문에 (66.76 µg/100 g) 소량이라도 상당량의 비타민 B₁₂를 제공하였을 것이다.

본 연구에서 설농탕 국물, 삼계탕 국물, 바지락칼국수의 경우 국물에 비타민 B₁₂가 많이 용출되어 그 함량이 상당할 것으로 예상되어 국물과 건더기를 분리하여 따로 비타민 B₁₂ 함량을 분석하였고, 그 결과 자료를 이용하면 개개인의 비타민 B₁₂ 섭취량을 보다 정확하게 추정할 수 있을 것이다.

김밥의 공통재료는 쌀밥, 김, 단무지, 달걀, 당근, 햄, 어묵 또는 맛살, 시금치이며, 여기에 김밥종류나 음식점에 따라 우영, 깻잎, 참치와 마요네즈, 소고기볶음 등이 추가된다. 그런데, 기본적으로 김밥 1줄에는 마른 김 1장이 들어가는데 김은 식물성임에도 불구하고 비타민 B₁₂ 함량이 66.76 µg/100 g으로 매우 높아 1장 (2 g 기준)만 섭취해도 1일 권장량의 50%가 넘는 1.33 µg의 비타민 B₁₂를 섭취할 수 있다고 하였다.²²⁾ 따라서, 김밥 1줄은 기본적으로 마른 김 1장으로부터 최소한 1 µg의 비타민 B₁₂가 공급될 것이고, 여기에 비타민 B₁₂의 급원인 달걀, 햄, 소고기, 참치 등과 같은 동물성식품의 양에 따라 증가될 수 있겠다.

삼각김밥은 줄김밥에 비하여 전체 크기가 작기 때문에 김의 양이 적게 들어가는 하지만, 삼각김밥의 종류에 관계없이 1개 당 들어가는 마른 김의 양은 거의 동일하기 때문에 기본적으로 0.5 µg 이상의 비타민 B₁₂는 김으로부터 왔을 것으로 예상된다. 3가지 종류의 삼각김밥 중 전주비빔 삼각김밥의 비타민 B₁₂ 함량이 가장 높았는데 전주비빔 삼각김밥은 밥 전체가 고추장소스로 비벼져 있어 상당량의 비타민 B₁₂가 고추장으로부터 왔을 것으로 추정된다. Kwak 등²²⁾은 우리나라 전통 고추장이 0.11 µg/100 g의 비타민 B₁₂를 함유하고 있다고 보고한 바 있다. 또한, 소량의 돼지고기와 도라지, 양송이, 당근, 시금치 등이 다진 형태로 고추장과 간장양념으로 볶아서 김밥 속에 들어 있었는데, 돼지고기 (앞다리살)는 0.64 µg/100 g의 비타민 B₁₂를 함유하고 있다고 알려져 있다.²¹⁾ 케이준치킨 삼각김밥은 흰쌀밥 속에 닭고기, 소고기, 베이컨 등이 케이준 머스터드 소스와 고춧가루 등으로 양념되어 들어 있었는데, 쇠고기의 비타민 B₁₂ 함량은 부위에 따라 1.04~3.85 µg/100 g, 돼지고기는 0.53~0.98 µg/100 g, 닭고기는 0.31 µg/100 g으로 알려져 있어²¹⁾ 김과 이들 육류들로부터 비타민 B₁₂가 온 것으로 생각된다. 김치불고기 삼각김밥 1개의 비타민 B₁₂ 함량은

0.54 µg으로 마른 김 1/2장이 함유하고 있을 것으로 예상되는 비타민 B₁₂ 함량과 비슷하였기 때문에 소고기의 함량은 매우 적었을 것으로 추정된다.

만두의 비타민 B₁₂는 소에 들어 있는 고기의 양에 의하여 좌우될 것으로 생각되는데, 음식점에 따라 만두의 크기와 중량이 달라 비타민 B₁₂ 함량을 개당으로 표시하지 않고 100 g 기준으로 표시하였다. 샘플이 많지 않은 제한점이 있으나 본 연구결과 마트에서 구입한 냉동포장만두가 음식점 쪄낸만두에 비하여 비타민 B₁₂ 함량은 더 낮았다.

순대의 비타민 B₁₂는 선지와 돼지고기에서 왔을 것으로 예상되지만 선지의 비타민 B₁₂ 함량에 대한 자료는 찾을 수가 없었으며, 본 연구결과 선지나 찹쌀밥, 돼지고기 등이 많이 들어간 것으로 보이는 순대전문점에서 구입한 찹쌀순대가 분식점에서 구입한 당면순대에 비하여 비타민 B₁₂ 함량이 더 높았다.

Kwak 등²²⁾은 된장, 청국장, 고추장, 간장 등의 발효장류들이 식물성임에도 불구하고 비타민 B₁₂를 함유하고 있다고 보고하였는데, 본 연구 결과 즉석짜장에서 비타민 B₁₂가 검출되지 않았기 때문에 춘장에는 비타민 B₁₂가 없는 것으로 추정된다.

본 연구 결과 치즈버거의 비타민 B₁₂ 함량은 0.65 µg/100 g으로 식품 영양소 함량 자료집에 나와 있는 0.8 µg/100 g에 비하여²¹⁾ 약간 낮은 수준이었다. 또한 치킨버거와 불고기버거의 비타민 B₁₂ 함량은 치즈버거에 비하여 낮았는데, 식품 영양소 함량 자료집에 이들 치킨버거와 불고기버거에 대한 분석치가 따로 없어 치즈버거의 분석값과 동일하게 대체하여 수록되어 있었다.²¹⁾

피자의 경우에는 크기, 도우의 두께, 치즈의 종류나 양 그리고 토핑재료에 따라 비타민 B₁₂ 함량은 달라질 수 있겠다. 본 연구에서 구입한 도미노피자의 수퍼디럭스 라지사이즈는 소고기, 페퍼로니, 햄, 포크, 피망, 버섯, 양파, 올리브가 토핑되어 있었는데 비타민 B₁₂ 함량은 0.21 µg/100 g이었고, 이는 식품 영양소 함량 자료집에 나와 있는 0.62 µg/100 g보다²¹⁾ 많이 낮았다.

식품 영양소 함량 자료집에 의하면 베이글과 크로아상의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.16 µg/100 g, 0.32 µg/100 g이었으며, 와플과 롤케익은 각각 0.25 µg/100 g, 0.24 µg/100 g이었고, 식빵, 단팥빵, 감자칩, 초코칩쿠키는 0.0 µg/100 g이었다.²¹⁾ 빵류와 과자류의 비타민 B₁₂ 함량은 재료 중의 달걀의 비율에 의하여 가장 크게 영향을 받을 것으로 생각된다. 달걀의 비타민 B₁₂ 함량은 육류보다도 높은 편으로 식품영양소함량 자료집에는 1.29 µg/100 g,²¹⁾ Kwak 등²²⁾은 1.07 µg/100 g, 일본의 자료 (2007)에는 0.90 µg/100 g으로 나와 있다.³⁰⁾

요약 및 결론

외식이나 간편식품, 가공식품 등에 대한 비타민 B₁₂ 함량 분석 자료가 크게 부족하여 비타민 B₁₂ 섭취량 계산에 많은 어려움이 있었기 때문에 한국인들이 외식 시 즐겨 섭취하고 있는 한식 과 간편식품, 인스턴트 식품, 패스트푸드, 빵과 과자류 등에 대하여 비타민 B₁₂ 함량을 분석하였다. 특히, *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* ATCC 7830를 이용한 공인된 미생물법을 이용하여 분석하였는데 기존의 분석법과 달리 본 연구에서는 박테리아는 활용 가능하나 인체는 활용하지 못하는 일부 코리노이드의 함량을 추가적으로 분석하여 그 값을 보정함으로써 보다 정확한 비타민 B₁₂ 함량을 얻고자 하였다.

1) 비타민 B₁₂ 함량을 분석한 결과 불고기 (3.50 µg/100 g)와 해물파전 (2.96 µg/100 g)의 함량이 높았으며, 이와 비교하여 돼지고기 수육 (0.48 µg/100 g)과 제육볶음 (0.11 µg/100 g), 돼지고기 완자전 (0.31 µg/100 g)과 동태전 (0.32 µg/100 g)은 이보다 낮았다.

2) 찌개류에서는 해물이 들어간 순두부찌개 (1.93 µg/100 g, 0.56 µg/100 g)와 해물된장찌개 (1.44 µg/100 g), 바지락된장찌개 (0.91 µg/100 g)의 비타민 B₁₂ 함량이 높았다.

3) 탕류는 국물이 많은 관계로 100 g 당의 비타민 B₁₂ 농도는 높지 않았지만 해장국, 육개장, 추어탕, 갈비탕의 경우 음식점에서 제공되는 1인분량의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 5.97 µg (1,019 g), 2.04 µg (552 g), 2.63 µg (479 g), 1.91 µg (540 g)으로 높았다.

4) 전문 음식점 삼계탕의 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.18 µg/100 g, 0.68 µg/100 g으로 전체적으로는 0.32 µg/100 g이었는데 이를 1인분 (920 g)으로 환산하면 2.89 µg이었다. 반면, 가공포장 삼계탕의 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.28 µg/100 g, 0.52 µg/100 g으로 전체적으로 보면 0.38 µg/100 g이었는데 이를 1인분 (520 g)으로 환산하면 2.00 µg이었다.

5) 전문음식점 설농탕의 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.50 µg/100 g, 2.84 µg/100 g으로 전체적으로 0.95 µg/100 g이었으며, 이를 1인분 (700 g)으로 환산하면 6.64 µg인 반면, 체인점 설농탕은 국물과 건더기의 비타민 B₁₂ 함량이 각각 0.02 µg/100 g, 1.04 µg/100 g으로 전체적으로 0.09 µg/100 g이었으며, 이를 1인분 (530 g)으로 환산하면 0.50 µg이었다.

6) 비빔밥과 떡만두국의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.36 µg/100 g, 0.07 µg/100 g으로, 1인분은 각각 1.35 µg과 0.71 µg의

비타민 B₁₂를 함유하고 있었다.

7) 죽 전문점에서 구입한 소고기버섯죽, 삼계죽, 해물죽, 전복죽의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.08 µg/100 g, 0.09 µg/100 g, 1.64 µg/100 g, 0.13 µg/100 g이었고, 이를 1인분량으로 환산하면 각각 0.64 µg (835 g), 0.80 µg (861 g), 13.67 µg (836 g), 1.06 µg (846 g)으로 해물죽의 비타민 B₁₂ 함량이 가장 높았다.

8) 해산물이 들어간 바지락칼국수와 짬뽕의 비타민 B₁₂ 함량은 해산물의 양에 따라 차이가 났다. 바지락칼국수는 1.78 µg/100 g (1인분량 18.8 µg), 짬뽕은 0.88 µg/100 g (1인분량 7.79 µg)과 0.14 µg/100 g (1인분량 1.43 µg)이었으며, 짜장면의 비타민 B₁₂ 함량은 매우 낮았다.

9) 비빔냉면과 물냉면의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.23 µg/100 g (1인분 1.21 µg)과 0.04 µg/100 g (1인분 0.38 µg)이었으며, 토마토소스 스파게티와 크림스파게티의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.20 µg과 0.26 µg으로 거의 비슷하였다.

10) 김밥 1줄의 비타민 B₁₂ 함량은 일반김밥 1.09 µg과 2.03 µg, 참치김밥 1.21 µg과 2.27 µg, 소고기김밥 1.46 µg과 2.53 µg으로 소고기 김밥이 가장 높았다. 삼각김밥 1개의 비타민 B₁₂ 함량은 전주비빔 1.11 µg, 케이준치킨 0.91 µg, 김치불고기 0.54 µg였다.

11) 음식점 찜만두의 비타민 B₁₂ 함량은 상품에 따라 0.04~0.10 µg/100 g로 차이가 있었으며, 냉동포장만두는 0.02 µg/100 g으로 낮았다.

12) 크림스프용 분말과 즉석카레, 즉석짜장, 라면에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았으며, 번데기 통조림의 비타민 B₁₂ 함량은 0.01 µg/100 g으로 낮았다.

13) 리토르트 파우치 포장된 크림스파게티의 비타민 B₁₂ 함량은 소스는 0.04 µg/100 g이었으나, 토마토스파게티 소스에서는 검출되지 않았다.

14) 치즈버거, 치킨버거, 불고기버거 1개의 비타민 B₁₂ 함량은 각각 0.76 µg, 0.62 µg, 0.54 µg으로 치즈버거의 함량이 가장 높았다. 피자의 비타민 B₁₂ 함량은 0.21 µg/100 g이었다.

15) 플레인 베이글의 비타민 B₁₂ 함량은 0.13 µg/100 g (0.17 µg/개), 와플은 0.38 µg/100 g (0.17 µg/개)이었다. 제과점에서 구입한 우유식빵에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았으며, 모카빵은 0.02 µg/100 g (0.04 µg/봉지), 소보루빵과 단팥빵은 0.02 µg/개, 0.01 µg/개의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었고, 크림롤케익의 비타민 B₁₂ 함량은 0.06 µg/100 g이었다.

16) 감자칩에서는 비타민 B₁₂가 검출되지 않았으며, 초코칩 쿠키와 커스터드케익은 0.004 µg/100 g과 0.05 µg/100 g의 비타민 B₁₂를 함유하고 있었다.

본 연구 결과가 기존의 식품영양소함량 자료집 중 비타민 B₁₂ 부분을 양적 및 질적으로 향상시키는데 조금이나마 도움

이 될 것으로 기대하며, 이를 계기로 앞으로 더 많은 한식은 물론 국내에서 널리 섭취되고 있는 외국음식이나 퓨전음식들과 다양한 형태의 시판제품들에 대한 비타민 B₁₂ 함량을 꾸준히 측정하여 신뢰성 있는 자료를 축적함으로써 비타민 B₁₂ 관련 연구의 활성화에 기여하기를 기대한다.

Literature cited

- 1) Stabler SP, Allen RH. Vitamin B₁₂ deficiency as a worldwide problem. *Annu Rev Nutr* 2004; 24: 299-326
- 2) Baik HW, Russell RM. Vitamin B₁₂ deficiency in the elderly. *Annu Rev Nutr* 1999; 19: 357-377
- 3) Houston DK, Johnson MA, Nozza RJ, Gunter EW, Shea KJ, Cutler GM, Edmonds JT. Age-related hearing loss, vitamin B-12, and folate in elderly women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(3): 564-571
- 4) Johnson MA. Nutrition and aging--practical advice for healthy eating. *J Am Med Womens Assoc* 2004; 59(4): 262-269
- 5) Andrès E, Loukili NH, Noel E, Kaltenbach G, Abdelgheni MB, Perrin AE, Noblet-Dick M, Maloisel F, Schlienger JL, Blicklé JF. Vitamin B₁₂ (cobalamin) deficiency in elderly patients. *CMAJ* 2004; 171(3): 251-259
- 6) Kühne T, Bubl R, Baumgartner R. Maternal vegan diet causing a serious infantile neurological disorder due to vitamin B₁₂ deficiency. *Eur J Pediatr* 1991; 150(3): 205-208
- 7) Herbert V. Staging vitamin B-12 (cobalamin) status in vegetarians. *Am J Clin Nutr* 1994; 59(5 Suppl): 1213S-1222S
- 8) Kwok T, Cheng G, Woo J, Lai WK, Pang CP. Independent effect of vitamin B₁₂ deficiency on hematological status in older Chinese vegetarian women. *Am J Hematol* 2002; 70(3): 186-190
- 9) Oh R, Brown DL. Vitamin B₁₂ deficiency. *Am Fam Physician* 2003; 67(5): 979-986
- 10) Sakuta H, Suzuki T, Yasuda H, Wakiyama H, Hase K. Plasma vitamin B₁₂, folate and homocysteine levels in gastrectomized men. *Clin Nutr* 2005; 24(2): 244-249
- 11) Hsing AW, Hansson LE, McLaughlin JK, Nyren O, Blot WJ, Ekblom A, Fraumeni JF Jr. Pernicious anemia and subsequent cancer. A population-based cohort study. *Cancer* 1993; 71(3): 745-750
- 12) 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, Origgi A, Margonato A, Piatti P. Insulin resistance and endothelial function are improved after folate and vitamin B₁₂ therapy in patients with metabolic syndrome: relationship between homocysteine levels and hyperinsulinemia. *Eur J Endocrinol* 2004; 151(4): 483-489
- 13) He K, Merchant A, Rimm EB, Rosner BA, Stampfer MJ, Willett WC, Ascherio A. Folate, vitamin B₆, and B₁₂ intakes in relation to risk of stroke among men. *Stroke* 2004; 35(1): 169-174
- 14) Ng TP, Feng L, Niti M, Kua EH, Yap KB. Folate, vitamin B₁₂, homocysteine, and depressive symptoms in a population sample of older Chinese adults. *J Am Geriatr Soc* 2009; 57(5): 871-876
- 15) Bryan J, Calvaresi E, Hughes D. Short-term folate, vitamin B-12 or vitamin B-6 supplementation slightly affects memory performance but not mood in women of various ages. *J Nutr* 2002; 132(6): 1345-1356
- 16) Engelborghs S, Vloeberghs E, Maertens K, Mariën 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 B₁₂ and folate in patients with dementia. *Int J Geriatr Psychiatry* 2004; 19(4): 365-370
- 17) Prodan CI, Cowan LD, Stoner JA, Ross ED. Cumulative incidence of vitamin B₁₂ deficiency in patients with Alzheimer disease. *J Neurol Sci* 2009; 284(1-2): 144-148
- 18) Tangney CC, Aggarwal NT, Li H, Wilson RS, Decarli C, Evans DA, Morris MC. Vitamin B₁₂, cognition, and brain MRI measures: a cross-sectional examination. *Neurology* 2011; 77(13): 1276-1282
- 19) Edvardsson B, Persson S. Chorea associated with vitamin B₁₂ deficiency. *Eur J Neurol* 2011; 18(10): e138-e139
- 20) The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans, Seoul; 2005
- 21) The Korean Nutrition Society. Food values. Seoul: Hanarm Publishing; 2009
- 22) Kwak CS, Hwang JY, Watanabe F, Park SC. Vitamin B₁₂ contents in some Korean fermented foods and edible seaweeds. *Korean J Nutr* 2008; 41(5): 439-447
- 23) Kwak CS, Park JH, Cho JH. Vitamin B₁₂ content using modified microbioassay in some Korean popular seaweeds, fish, shellfish and its products. *Korean J Nutr* 2012; 45(1): 94-102
- 24) Watanabe F. Vitamin B₁₂ sources and bioavailability. *Exp Biol Med (Maywood)* 2007; 232(10): 1266-1274
- 25) Ball GFM. Vitamin B₁₂. In: Bioavailability and Analysis of Vitamins in Foods. London: Chapman & Hall; 1998. p.497-515
- 26) Watanabe F, Katsura H, Takenaka S, Fujita T, Abe K, Tamura Y, Nakatsuka T, Nakano Y. Pseudovitamin B₁₂ is the predominant cobamide of an algal health food, spirulina tablets. *J Agric Food Chem* 1999; 47(11): 4736-4741
- 27) Watanabe F, Takenaka S, Katsura H, Masumder SA, Abe K, Tamura Y, Nakano Y. Dried green and purple lavers (Nori) contain substantial amounts of biologically active vitamin B₁₂ but less of dietary iodine relative to other edible seaweeds. *J Agric Food Chem* 1999; 47(6): 2341-2343
- 28) Miyamoto E, Yabuta Y, Kwak CS, Enomoto T, Watanabe F. Characterization of vitamin B₁₂ compounds from Korean purple laver (*Porphyra* sp.) products. *J Agric Food Chem* 2009; 57(7): 2793-2796
- 29) Watanabe F, Miyamoto E, Fujita T, Tanioka Y, Nakano Y. Characterization of a corrinoid compound in the edible (blue-green) alga, *Suizenji-nori*. *Biosci Biotechnol Biochem* 2006; 70(12): 3066-3068
- 30) Japan Resource Council. Standard tables of food composition in Japan, 5th ed. Tokyo: Women's Nutrition University Publishing; 2007