pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 35, No. 4, pp. 398~410 (2020)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2020.35.4.398

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

밥, 면, 소스류에 존재하는 수용성 비타민 B_1, B_2 그리고 B_3 함량 검토

조진주 · 홍성준 · 부창국 · 신의철*
경남과학기술대학교 식품과학부

Investigation of Water-Soluble Vitamin (B_1, B_2, and B_3) Contents in Rice, Noodles, and Sauces

Jin-Ju Cho, Seong Jun Hong, Chang Guk Boo, Eui-Cheol Shin*
Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Korea

(Received July 7, 2020/Revised July 23, 2020/Accepted July 28, 2020)

ABSTRACT - In this study, the contents of soluble vitamins B_1 (thiamin), B_2 (riboflavin), and B_3 (niacin) in 13 kinds of rice, 11 kinds of noodles, and 15 kinds of sauces were identified. The limit of detection (LOD) and limit of quantification (LOQ) were checked to determine the reliability of the experimental results, and the accuracy of the results through the standard reference material (SRM 1849a) was verified to show excellent indicators. As for thiamin, japchaebab (stir-fried glass noodles with rice) was found to contain the highest content among rice dishes, makguksu (buckwheat noodles) among noodle dishes, and tomato spaghetti sauce among sauces. Riboflavin was identified as having the highest content in slightly spicy jajangbab (black-bean sauce with rice), bibimguksu (spicy noodles) for noodles, and spicy curry with turmeric for sauces. Niacin was highest in content in the deep and rich flavors of spicy chicken-fried rice, janchiguksu (banquet noodles), and black-bean sauce, respectively. As a result of checking the amount of recommended daily intake of water-soluble vitamins for Korean adult men and women, the highest content of riboflavin was 217.40% for men and 271.75% for women. Through this study, we are going to establish a database of nutrients for the water-soluble vitamins contained in rice, noodles, and sauces to provide the necessary dietary data concerning the content of the water-soluble vitamins contained in foods for daily recommended intake.

Key words : Thiamin, Riboflavin, Niacin, Recommended dietary allowance, Water-soluble vitamins

한국의 밥상에서의 한상차림은 영양, 맛, 온도 그리고 색상 등의 모든 부분에서 조화를 추구하고 있다[1]. 특히 밥 중심의 균형 잡힌 식사는 영양적으로 우수한 쌀을 섭취함으로써 만성 질병을 예방하는데 중요한 역할을 한다고 보고된 바가 있다[2]. 또한 한국의 지리적 특성과 기후의 영향으로 인해 1920년대부터 밀 재배가 본격적으로 시작되면서 국수와 같은 면요리도 즐겨 먹게 되었다고 알려져 있다[3].

밥류와 면류의 재료가 되는 곡류에는 단백질, 섬유질, phytochemicals 그리고 비타민 류가 다양하게 함유되어 있다. 식품에 함유되어 있는 여러가지 영양성분 중 비타민은 체내에서 합성되지 않지만 대사작용과 성장에 필수적인 물질이다. 따라서 체내에서 필요한 만큼 합성되지 않는 비타민은 외부로부터 공급 받아야 한다[4]. 여러 곡류 중 쌀에는 다량의 비타민 B 복합체(비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3 등)가 함유되어 있으며, 소맥 제분 과정에서 벗겨진 껍질 부분에는 배아와 섬유질이 함께 있는데 밀 배아에 비타민 B 복합체가 고농도로 함유되어 있다고 알려져 있다[5]. 한식을 주로 섭취하는 한국인에게 식품으로부터 풍부하게 공급받을 수 있는 수용성 비타민은 중요한 영양소이며, 수용성 비타민이 지용성 비타민에 비해 체외 배출이 빨라 결핍증상이 빨리 나타나기 때문에 주식인 쌀을 이용한 밥류와 면류의 섭취가 중요하다[6].

이러한 밥이나 면류 등과 같은 한국인의 주식에 잘 어울려지도록 여러 가지 원료를 잘 섞어 만든 조미료의 한 종류인 소스는 음식의 맛과 색상을 부여하여 입맛을 더욱

*Correspondence to: Eui-Cheol Shin, Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 52725, Korea
Tel: +82-55-751-3271, Fax: +82-55-751-3279
E-mail: eshin@gntech.ac.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal 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.

증진시키고, 만드는 재료에 따라 영양가도 더욱 높일 수 있다고 알려져 있다[7].

대사과정에서 비타민 B군은 필수적인 성분으로 결핍 시 다양한 요인에 의해 영향을 받는다[8]. 수용성 비타민 중 가장 먼저 발견된 비타민 B_1은 티아민(thiamin)으로 불리며, 탄수화물의 대사과정에서 중요한 역할을 하는 효소(pyruvate dehydrogenase, α-ketoglutarate, transketolase 등)를 함유하고 있다고 알려져 있다[9]. 이러한 당질대사에 관여하는 thiamin의 결핍은 식욕 부진, 불면증, 우울증, 건망증 또는 다발성 신경염을 일으킬 수 있다[10]. 수용성 비타민 중 두 번째로 발견된 비타민 B_2는 리보플라빈(riboflavin)이라 불리며, 에너지 생성 및 지질대사, 그리고 성장촉진과 같은 여러 신진대사에 관여하는 중요한 성분으로 알려져 있다. Riboflavin의 결핍은 구내염과 성장 장애를 일으킬 수 있다고 보고된 바 있다[11]. 식품 속에 함유되어있는 비타민 B_3는 나이아신(niacin)으로 불리며 니코틴산(nicotinic acid)과 니코틴아마이드(nicotinamide)를 통칭한다. 이는 혈액순환을 촉진시키고, 콜레스테롤의 감소 효과를 가져온다고 보고되어 있으며, 피부병의 일종인 펠라그라(pellagra)의 예방에 효과적이라고 알려져 있다[12]. 또한 결핍 시 피부염, 설사 등을 유발한다고 알려져 있다[13].

따라서 본 연구에서는 국민이 섭취하는 밥류 13종, 면류 11종, 소스류 15종을 대상으로 수용성 비타민(B_1, B_2 그리고 B_3)의 함량을 확인하였고, 한국인 성인 남녀의 영양섭취기준에 따라 1일 권장섭취량에 따른 밥, 면 그리고 소스류에 함유된 비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3의 함유량을 확인하고자 하였다. 식품을 통한 올바른 수용성 비타민의 섭취를 위하여 식품에 함유되어 있는 수용성 비타민을 확인하여 식품영양정보를 위한 기초자료로 제공하고자 하였다.

Materials and Methods

실험재료

본 연구에서는 국가실험실 관리시스템(National Laboratory System, NLS)의 영양성분 데이터베이스(DB) 구축을 위해 국민건강영양조사를 바탕으로 한 우리 국민의 다빈도 섭취식품 및 최근 새롭게 등장한 가공식품 시료 (밥, 면, 그리고 소스)를 사용하였다. 국민 다빈도 섭취식품은 농촌진흥청, 한국영양학회, 식품의약품안전처 등의 기관에서 제공하는 레시피를 참고하여 전주대에서 기준레시피를 작성하여 조리하였으며, 가공식품은 국내 대형마트에서 구입하여 사용하였다. 모든 시료는 숙명여대에서 균질화과정을 거친 후 -20°C 이하의 냉동상태로 본 기관에 배송되었다. 총 39개의 시료로는 13종의 밥류, 11종의 면류 그리고 15종의 소스류를 사용하였다. 밥류는 매운치킨볶음밥(*Maeunchickinbbokeumbab*), 낙지볶음밥(*Nakjibbokeumbab*), 카레라이스(*Karaerice*), 불고기덮밥(*Bulgogidupbab*), 볶음밥(*Bokeumbab*), 잡채밥(*Japchaebab*), 짜장밥(*Jjajangbab*), 쇠고기김밥(*Sogogikimbab*), 참치김밥(*Chamchikimbab*), 비빔밥(*Bibimbab*), 치즈김밥(*Cheezkimbab*), 그리고 알밥(*Albab*)을 사용하였다. 면류는 물냉면 (메밀면)(*Mulnangmyun*), 비빔냉면(*Bibimnangmyun*), 치즈 크림스파게티 스파게티면(*Cheezspagetimyun*), 볼로냐스파게티 스파게티면(*Bolonyaspagetimyun*), 회냉면(*Hwoenangmyun*), 막국수(*Makguksu*), 비빔국수(*Bibimguksu*), 바지락칼국수(*Bajirakkalguksu*), 우동(*Udong*), 잔치국수(*Janchiguksu*), 그리고 콩국수(*Kongguksu*)를 사용하였다. 소스의 경우, 프렌치발사믹드레싱(*Frenchbasimicdressing*), 불고기양념(*Bulgogiyangnyμm*), 돼지갈비 양념(*Doejigalbiyangnyμm*), 과일카레소스(*Fruitkaraesauce*), 조림용간장소스(*Ganjangsauce*), 데리야끼소스(*Daeriyakkisauce*), 돈카츠소스(*Donkazsauce*), 찜닭 양념(*Jjimdakyangnuym*), 토마토 스파게티소스(*Spagetisauce*), 짜장소스(*Jjangsauce*), 강황카레약간 매운맛(*Gangwhangkaraemaunmat*), 곤드레나물밥 양념장(*Gondrenamulbapsauce*), 과일카레 매운맛(*Fruitkaraemaunmatsauce*), 스위트 칠리소스(*Sweetchillisauce*), 그리고 간짜장(*Ganjjajang*)을 샘플로 사용하였다.

시약 및 기기분석

수용성 비타민 B_1, B_2 그리고 B_3의 표준시약으로 thiamin hydrochloride (CAS NO.: 67-03-8, formula: $C_{12}H_{17}ClN_4OS \cdot HCl$, M.W.: 337.27), riboflacin-5'-adenosyliphosphate (FAD) (CAS NO.: 146-14-5, Formula: $C_{27}H_{33}P_2N_9O_{15}$, M.W.: 785.55), riboflavin-5'-phosphate (FMN) (CAS NO.: 146-17-8, formula: $C_{17}H_{21}N_4O_9P$, M.W.: 456.34), riboflavin (CAS NO.: 83-88-5, formula:$C_{17}H_{21}N_4O_9P$, M.W.: 376.36), nicotinic acid (CAS NO.: 59-67-6, formula: $C_6H_5NO_2$, M.W.: 123.11) 그리고 nicotinamide (CAS NO.: 98-92-0, formula: $C_6H_6N_2O$, M.W.:122.12)를 사용하였고, Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 이 외의 수용성 비타민 추출을 위한 시약과 HPLC 분석에서 사용되는 모든 시약은 HPLC grade를 사용하였으며, Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 표준분석물질은 SRM 1949a를 이용하여 각 비타민의 함량을 기존 문헌값과 비교하여 실험의 타당성을 제시하였다. SRM1849a는 NIST (National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA)를 통해서 구입하였으며, 해당 문헌값 역시 NIST에서 제시한 문헌값을 사용하였다.

비타민 B_1과 B_3의 분석을 위한 HPLC (High performance liquid chromatography) 분석시스템은 Agilent 1100 Infinity HPLC (Agilent Co., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였으며, YMC-Pack ODS AM 컬럼(250 mm×4.6 mm, 5 um, YMC-Korea Co., Seongnam, Korea)이 장착된 UV 검출기를 통한 분석을 진행하였다. 비타민 B_2의 HPLC 분석시스

Table 1. HPLC operating conditions for vitamin B_1, B_2, and B_3 analyses

Description	Vitamin B_1 and B_3	Vitamin B_2
Column temp.	40°C	40°C
Detector	UV (270 nm)	FLD (Ex=445 nm, Em=530 nm)
Mobile phase	A: 5 mM sodium 1-hexanesulfonate (acetic acid 0.75%, triethylamine 0.02%) B : 100% MeOH	10 mM NaH_2PO_4(pH 5.5) : MeOH=75:25 (v/v)
Gradient condition	0 min : A 100% 8 min : A 100% 20 min : A 75% + B 25% 30 min : A 55% + B 45%, 31 min : A 100% 45 min : A 100%	Isocratic
Flow rate	0.8 mL/min	0.6 mL/min
Injection volume	20 μL	20 μL

템은 Agilent 1100 Infinity HPLC (Agilent Co., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였으며, YMC-Pack Pro RS C_{18} 컬럼(250 mm×4.6 mm, 5 um, YMC-Korea Co.)이 장착된 형광검출기를 통한 분석을 진행하였다. 세부적인 비타민 B_2, B_2, 그리고 B_3의 HPLC 분석조건은 Table 1에 나타내었다.

비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3의 추출 및 함량 분석

밥류, 면류, 소스류에 함유되어있는 수용성 비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3는 Kim 등[4)]의 방법을 이용하여 추출하였다. 먼저 비타민 B_1 및 B_3 분석은 동일한 조건을 사용하였다. 샘플 약 5 g에 HPLC 이동상(mobile phase)으로 사용되는 5 mM sodium 1-hexanesulfonate 50 mL를 취하여 용해시킨 후 40°C에서 초음파 추출기(8510E-DTH, Branson, Danbury, CT, USA)를 통해 균질화시키면서 30분간 수용성 비타민을 추출하였다. 추출된 시료는 원심분리기(Smart 15, Hanil, Gimpo, Korea)로 10분간 15,000 rpm에서 원심분리한 후 상층액을 취하여 0.45 μm syringe filter로 여과하여 시료로 사용하였다. 비타민 B_1와 B_3의 정량을 위해서 표준시약으로 사용된 thiamin, nicotinic acid 그리고 nicotinamide를 사용하여 검량선을 통하여 함량을 계산하였다.

비타민 B_2의 추출의 경우 약 5 g의 균질화된 검체에 증류수 50 mL를 첨가하여 80°C의 항온수조에서 30분간 환류과정을 통해서 비타민 B_2를 추출하였다. 환류추출된 이 추출액을 15,000 rpm에서 추출 후 상등액만 취하여 0.45 μm syringe filter에 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 비타민 B_2의 함량은 riboflacin-5'-adenosyliphosphate (FAD), riboflavin-5'-phosphate (FMN), 그리고 riboflavin의 표준품을 통한 검량선을 통하여 함량을 합산하여 제시하였다[6)].

수용성 비타민의 분석품질관리

본 연구에서 수용성 비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3의 분석값에 대한 반복성과 정확성을 검증하기 위해 각각의 검출한계(LOD: limit of detection)=3.3×δ/S (Y-절편에 대한 표준편차/기울기에 대한 평균)와 정량한계(LOQ: limit of quantification)=10×δ/S(Y-절편에 대한 표준편차/기울기에 대한 평균)를 각각 확인하였다. 수용성 비타민의 회수율에 대한 신뢰도를 얻고자 표준인증물질 SRM (1849a)을 사용하여 함량 분석을 하였다[14)].

수용성 비타민 함량 확인

밥류, 면류, 소스류가 함유하고 있는 수용성 비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3는 각각의 표준품을 사용하여 아래 계산식을 사용하여 함량을 확인하였다.

$$\text{Vitamin B 함량(mg/100 g)} = \frac{S \times a \times b}{\text{시료무게(g)}} \times \frac{100}{1000}$$

S : 시험용액의 농도(μg/mL)
a : 시험용액의 양(mL)
b : 시험용액의 희석배수

식품 속 수용성 비타민의 권장섭취량 대비 함유량

본 연구에서는 한국인 성인 남녀를 기준으로 수용성 비타민의 일일 권장섭취량 대비 밥류, 면류, 소스류에 함유되어 있는 수용성 비타민 함량을 확인하였다[15)]. 아래 식을 통해 값을 확인하였다.

$$\text{권장섭취량} = \frac{\text{식품에 함유된 수용성 비타민(mg/100g)}}{\text{일일권장섭취량}} \times 100$$

통계처리

본 연구에 보고된 수용성 비타민의 실험값은 모두 3회 반복값에 대한 평균값과 표준편차를 제시하였고, SAS 9.4 (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 사용하였고, Tukey's multiple range test를 통해 각 시료 간의 유의성 검토를 실시하였다(P<0.05).

Results and Discussion

수용성 비타민의 분석품질관리

본 연구에서는 수용성 비타민 B_1 (thiamin), B_2 (FAD, FMN, 그리고 riboflavin), 그리고 B_3 (nicotinic acid와 nicotinamide)의 신뢰도를 확인하기 위해 LOD와 LOQ값을 얻었고, 결과 값을 Table 2에 나타내었다. 검량선의 상관계수 (r^2) 값은 모든 표준품에서 0.998-0.999 범위 내의 값을 확인하였으며, 모두 1에 가까운 값으로 우수한 직진성을 확인하였다. 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ) 경우, 비타민 B_1인 thiamin은 각각 0.034 μg/mL와 0.103 μg/mL의 결과값을 확인하였다. 비타민 B_2의 LOD와 LOQ는 FAD에서 각각 0.012 μg/mL와 0.036 μg/mL로 확인하였고, FMN에서는 각각 0.017 μg/mL와 0.051 μg/mL을 확인하였으며 riboflavin의 경우 각각 0.035 μg/mL와 0.107 μg/mL의 결과를 확인하였다. 비타민 B_3의 LOD, LOQ는 nicotinic acid의 경우 각각 0.040 μg/mL과 0.122 μg/mL의 값을 얻었으며 nicotinamide는 0.047 μg/mL와 0.143 μg/mL의 값을 확인하였다. 모든 수용성 비타민에 대하여 LOD 값은 0.012-0.047 μg/mL 사이의 값을 나타내며 LOQ값의 경우 0.036-0.143 μg/mL의 값을 확인하였다. Cho 등[13]의 연구결과에서 제시한 비타민 B_1인 thiamin의 LOD는 0.035 μg/mL이고, LOQ 값은 0.106 μg/mL이며, 비타민 B_2의 LOD, LOQ는 FAD에서 0.004 μg/mL와 0.013 μg/mL, FMN에서는 0.001 μg/mL와 0.002 μg/mL을 확인하였으며 riboflavin의 경우 0.001 μg/mL와 0.002 μg/mL의 결과값을 확인하였다. 이전의 연구와 비교할 때 다소 차이를 보이는 LOD와 LOQ 결과를 확인할 수 있었으며, 이러한 차이는 분석환경의 변화(매 실험에서 측정되는 검량선 변경, 사용되는 표준품 시약의 안정성 변화, 분석자, 혹은 분석장비의 수명)에 대한 부분에서 원인을 찾아볼 수 있을 것으로 판단된다. 비타민 B_3인 niacin의 LOD와 LOQ는 nicotinic acid의 경우 각각 0.015 μg/mL와 0.046 μg/mL의 값을 얻었으며, nicotinamide는 0.067 μg/mL과 0.203 μg/mL의 결과를 확인하였다. 이러한 앞선 연구를 통한 정량한계 및 검출한계를 비교하여 본 연구가 신뢰도 높은 결과를 나타내는 것으로 판단되었다. 또한 표준인증물질(SRM 1849a)에 대하여 수용성 비타민 B_1, B_2, 그리고 B_3의 실험값을 미국국립표준연구원(National Institute of Standards and Technology, NIST)에서

Table 2. LOD, LOQ and calibration curves of vitamin B_1, B_2, and B_3 using HPLC analyses

Vitamins	Compounds	Calibration curve	r^2	LOD[1] (μg/mL)	LOQ[2] (μg/mL)
Vitamin B_1	Thiamin	Y = 41.25x + 1.24	0.999	0.034	0.103
Vitamin B_2	FAD[3]	Y = 52.81x + 2.05	0.999	0.012	0.036
	FMN[4]	Y = 224.77x + 2.18	0.998	0.017	0.051
	Riboflavin	Y = 788.24x + 39.41	0.999	0.035	0.107
Vitamin B_3	Nicotinic acid	Y = 32.69x - 0.44	0.999	0.040	0.122
	Nicotinaminde	Y = 31.98x + 0.74	0.999	0.047	0.143

[1]LOD: limit of detection.
[2]LOQ: limit of quantification.
[3]FAD: flavin adenine dinucleotide.
[4]FMN: flavin mononucleotide.

Table 3. Recovery of vitamin B_1, B_2, and B_3 in SRM

Vitamins	Contents (mg/100 g)			Recovery (%)	RSD (%)[4]
	Certified value[1]	Analytical value[2]	Bias[3]		
Vitamin B_1	1.25±0.09	1.38±0.01	-0.13	110.40	0.74
Vitamin B_2	2.03±0.05	1.97±0.01	0.06	97.04	0.50
Vitamin B_3	10.8±1.00	10.16±0.14	0.64	94.07	1.34

[1]The certified reference values for the vitamin B_1, B_2 and B_3 in SRM 1849a was derived from the combination of results provided by NIST and collaborating laboratories.
[2]The values are mean±SD of triplicate determinations.
[3]Bias = accepted value - analytical value.
[4]RSD: relative standard deviation.

제공하는 인증값을 이용하여 비교 분석하여, 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 비타민 B_1의 경우 1.38±0.01 mg/100 g으로 인증값인 1.25±0.009 mg/100 g에 대하여 110.40%의 회수율을 나타내었다. 비타민 B_2는 1.97±0.01 mg/100 g의 값을 나타내었고 인증값인 2.03±0.05 mg/100 g에 대하여 97.04%의 회수율을 보였다. 비타민 B_3는 10.8±1.00 mg/100 g으로 표준물질 SRM에 대하여 94.07%의 회수율을 나타내었다.

비타민 B_1 함량 검토

국내에서 섭취되는 13종의 밥류, 11종의 면류, 그리고 15종의 소스류에 존재하고 있는 수용성 비타민 B_1 (thiamin)의 함량을 Table 4와 Fig. 1에 나타내었다. 밥류에 존재하는 thiamin의 경우 잡채밥, 알밥, 치즈김밥, 비빔밥, 참치김밥, 짜장밥, 불고기덮밥, 매운치킨볶음밥, 볶음밥, 카레라이스, 쇠고기김밥, 낙지볶음밥, 볶음밥(버섯, 감자) 순으로 높은 함유량을 확인하였다. 가장 높은 함량을 나타내는 잡채밥의 경우 0.657±0.023 mg/100 g을 함유하고 있는 것을 확인하였으며, 볶음밥(버섯, 감자)의 경우 0.042±0.001 mg/100 g으로 가장 낮은 함유량을 나타내었다(P<0.05). 면류의 경우 막국수, 우동, 회냉면, 4가지 치즈 크림스파게티(스파게티면), 콩국수, 비빔냉면(냉면사리) 순으로 높은 함유량을 확인하였다(P<0.05). 면류에서 가장 높은 함량을 나타내는 막국수의 경우 0.432±0.008 mg/100 g의 함량을 확인하였고, 비빔냉면(냉면사리)의 경우 0.126±0.003 mg/100 g으로 가장 낮은 함유량을 확인하였다(P<0.05). 물냉면(메밀면), 볼로냐스파게티(스파게티면), 비빔국수, 바지락칼국수, 잔치국수의 경우 thiamin이 확인되지 않았다. 소스류에 존재하는 thiamin의 함량은 0.104-0.544 mg/100 g으로 유의적으로 차이가 나는 것을 확인하였다(P<0.05). 토마토 스파게티소스, 강황카레 약간매운맛, 과일카레 매운맛, 돈카츠소스, 조림용 간장소스, 데리야끼소스, 간짜장, 불고기양념, 돼지갈비 양념, 스위트 칠리소스 순으로 높은 함량을 확인하였다(P<0.05). 가장 높은 함량을 나타내는 토마토 스파게티소스의 경우 0.544±0.016 mg/100 g을 함유하고 있는것을 확인하였으며, 스위트 칠리소스에서 0.104±0.002 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 확인하였다(P<0.05). 프렌치발사믹드레싱, 찜닭 양념, 짜장소스, 곤드레나물밥 양념장, 그리고 과일카레 매운맛 총 시료에서는 thiamin이 확인되지 않았다. 일반적으로 thiamin은 장시간 열에 노출될 시 쉽게 파괴가 되며, 기능을 상실하게 된다고 알려져 있다[16]. 분자 구조의 특성에 의하여 질소가 함유된 육각형의 환과 황이 함유된 오각형의 환이 thiamin의 구조 중앙에 위치한 탄소에 연결된 구조를 가지는데 이 결합이 열에 파괴되어 기능을 상실하게 된다[16]. Thiamin의 열 민감도 측정 시 다른 수용성 비타민보다 더 높은 파괴율을 보인다고 보고된 바가 있다[17]. 식품을 통한 thiamin의 흡수가 충분히 일어나지 않으면 초기에는 뚜렷한 증세가 나타나지 않

Table 4. Thiamin contents in rice, noodle, and sauces

Sample	Thiamin (mg/100 g)
Rice	
Maeunchickinbbokeumbab	0.120±0.003[f1)]
Nakjibbokeumbab	0.092±0.003[g]
Karaerice	0.115±0.009[fg]
Bulgogidupbab	0.162±0.006[e]
Bokeumbab	0.119±0.002[f]
Busutgamjabokeumbab	0.042±0.001[h]
Japchaebab	0.657±0.023[a]
Jjajangbab	0.222±0.009[d]
Sogogikimbab	0.094±0.002[g]
Chamchikimbab	0.229±0.008[d]
Bibimbab	0.335±0.034[c]
Cheezkimbab	0.356±0.025[bc]
Albab	0.379±0.007[b]
Noodle	
Mulnangmyun	N.D.[2)]
Bibimnangmyun	0.126±0.003[d]
Cheezspagetimyun	0.161±0.006[c]
Bolonyaspagetimyun	N.D.
Hwoenangmyun	0.336±0.019[b]
Makguksu	0.432±0.008[a]
Bibimguksu	N.D.
Bajirakkalguksu	N.D.
Udong	0.346±0.010[b]
Janchiguksu	0.000±0.000[e]
Kongguksu	0.160±0.013[c]
Sauce	
Frenchbalsamicdressing	N.D.
Bulgogiyangnyμm	0.219±0.001[g]
Doejigalbiyangnyμm	0.134±0.002[h]
Fruitkaraesauce	0.450±0.004[c]
Ganjangsauce	0.305±0.001[e]
Daeriyakkisauce	0.242±0.002[f]
Donkazsauce	0.340±0.023[d]
Jjimdakyangnuym	N.D.
Spagetisauce	0.544±0.016[a]
Jjajangsauce	0.000±0.000[j]
Gangwhangkaraemaunmat	0.513±0.009[b]
Gondrenamulbapsauce	N.D.
Fruitkaraemaunmatsauce	N.D.
Sweetchillisauce	0.104±0.002[i]
Ganjjajang	0.239±0.005[fg]

[1)]All values are expressed as the mean±SD of triplicate determinations. Means with different superscripts(a-j) of each same food category are significantly different at P<0.05 by a Turkey's multiple rage test. [2)]N.D. corresponds “not detected”.

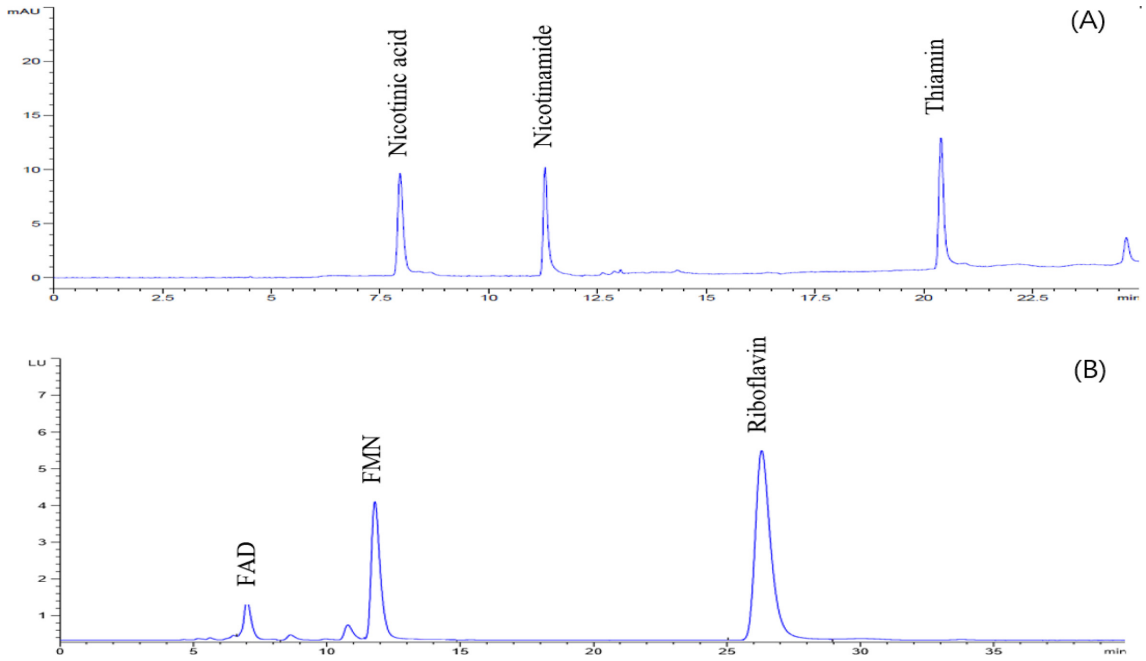

Fig. 1. Chromatograms for standards of vitamin B_1 and B_3 (A), and B_2 (B).

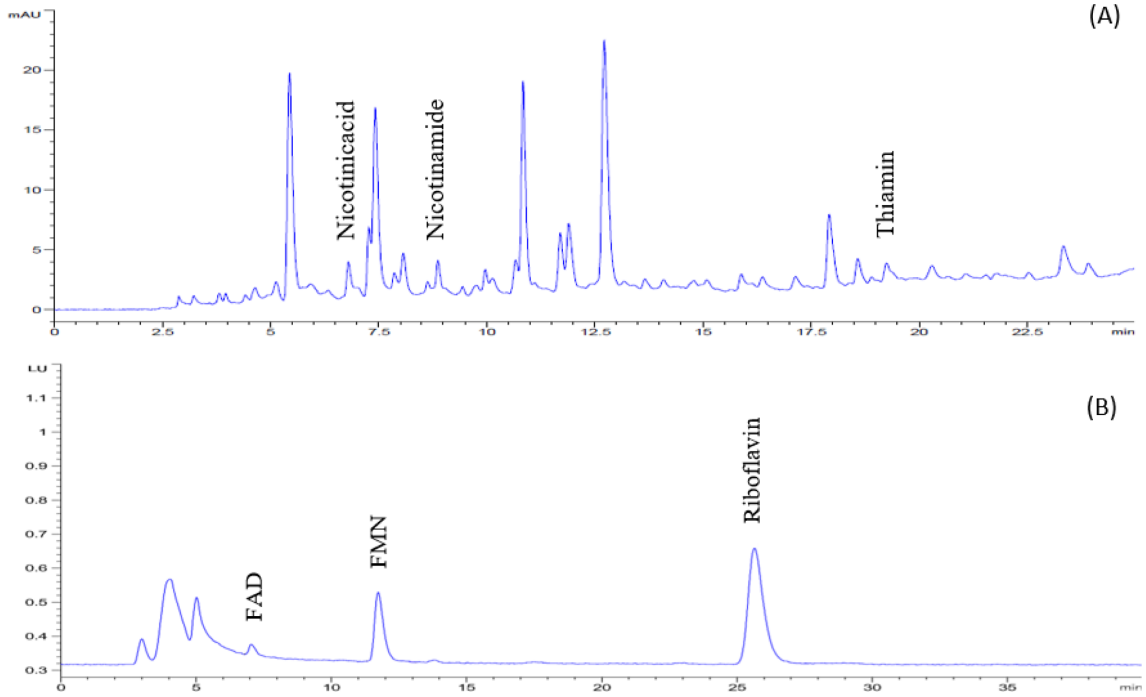

Fig. 2. Typical sample chromatograms of vitamin B_1 and B_3 (A), and B_2 (B).

아서 무심코 지나치기 쉽다. 그러나 장기적인 thiamin의 결핍은 열량대사와 밀접한 관련이 있기 때문에 신경계, 피부, 그리고 소화기관에 영향을 미치게 된다[18].

비타민 B_2 함량 검토

국내에서 섭취되는 13종의 밥류, 11종의 면류, 그리고 15종의 소스류에 존재하고 있는 수용성 비타민 B_2 (Riboflavin) 함량을 Table 5와 Fig. 2에 나타내었다. 밥류에 속하는 시료의 riboflavin 함량은 0.040-0.334 mg/100 g으로 시료 간 riboflavin의 함량이 유의적으로 차이가 나는 것을 확인하였으며, 짜장밥, 비빔밥, 불고기덮밥, 볶음밥, 치즈김밥, 참치김밥, 볶음밥(버섯, 감자), 쇠고기김밥, 잡채밥,

Table 5. Riboflavin contents in rice, noodle, and sauces

Sample	Content (mg/100 g)				
	FAD	FMN	Riboflavin	Riboflavin Eq[1)]	Total
Rice					
Maeunchickinbbokeumbab	0.031±0.002[efgh2)]	0.009±0.001[e]	0.008±0.000[ef]	0.029±0.002[g]	0.048±0.002[ij]
Nakjibbokeumbab	0.015±0.000[i]	0.012±0.000[de]	0.013±0.000[de]	0.029±0.001[g]	0.040±0.001[j]
Karaerice	0.035±0.004[efg]	0.017±0.000[b]	0.007±0.000[f]	0.021±0.002[h]	0.060±0.002[h]
Bulgogidupbab	0.100±0.005[c]	0.012±0.001[cde]	0.005±0.000[f]	0.060±0.003[bc]	0.117±0.002[c]
Bokeumbab	0.063±0.001[d]	0.014±0.000[bcd]	0.024±0.001[c]	0.036±0.001[fg]	0.101±0.001[d]
Busutgamjabokeumbab	0.069±0.005[d]	0.011±0.002[de]	0.004±0.001[f]	0.044±0.001[e]	0.085±0.003[f]
Japchaebab	0.039±0.004[e]	0.013±0.001[cd]	0.013±0.002[d]	0.042±0.004[ef]	0.066±0.003[h]
Jjajangbab	0.292±0.008[a]	0.012±0.001[de]	0.039±0.003[b]	0.049±0.003[de]	0.344±0.004[a]
Sogogikimbab	0.024±0.000[ghi]	0.025±0.001[a]	0.027±0.000[c]	0.058±0.001[c]	0.076±0.001[g]
Chamchikimbab	0.036±0.001[ef]	0.029±0.001[a]	0.027±0.000[c]	0.066±0.001[b]	0.092±0.001[ef]
Bibimbab	0.249±0.007[b]	0.011±0.001[de]	0.049±0.002[a]	0.057±0.003[c]	0.309±0.001[b]
Cheezkimbab	0.028±0.001[efgh]	0.016±0.001[bc]	0.049±0.003[a]	0.075±0.005[a]	0.093±0.001[de]
Albab	0.020±0.001[hi]	N.D.[3)]	0.028±0.000[c]	0.035±0.004[fg]	0.049±0.001[i]
Noodle					
Mulnangmyun	0.014±0.000[f]	0.005±0.001[c]	N.D.	0.010±0.001[fg]	0.019±0.001[d]
Bibimnangmyun	0.022±0.000[d]	0.012±0.000[b]	N.D.	0.020±0.001[e]	0.035±0.001[c]
Cheezspagetimyun	0.019±0.001[def]	N.D.	0.004±0.000[de]	0.013±0.001[f]	0.023±0.001[d]
Bolonyaspagetimyun	0.015±0.000[ef]	N.D.	0.006±0.000[d]	0.013±0.001[f]	0.022±0.001[d]
Hwoenangmyun	0.022±0.002[de]	0.005±0.000[c]	0.039±0.000[a]	0.053±0.001[a]	0.066±0.001[ab]
Makguksu	0.051±0.001[a]	N.D.	0.014±0.001[b]	0.038±0.002[c]	0.066±0.001[ab]
Bibimguksu	0.043±0.005[b]	0.020±0.003[a]	0.011±0.000[c]	0.046±0.004[b]	0.074±0.003[a]
Bajirakkalguksu	0.047±0.001[ab]	N.D.	N.D.	0.030±0.001[d]	0.059±0.001[b]
Udong	0.016±0.000[def]	N.D.	0.004±0.000[d]	0.012±0.001[f]	0.021±0.001[d]
Janchiguksu	0.030±0.002[c]	0.006±0.000[c]	0.001±0.000[ef]	0.006±0.001[g]	0.038±0.001[c]
Kongguksu	0.016±0.000[def]	N.D.	0.004±0.000[d]	0.011±0.001[fg]	0.020±0.001[d]
Sauce					
Frenchbalsamicdressing	N.D.	N.D.	0.002±0.000[de]	0.002±0.001[g]	0.002±0.001[i]
Bulgogiyangnyμm	0.027±0.002[gh]	0.041±0.001[c]	0.027±0.000[de]	0.073±0.002[de]	0.096±0.001[fg]
Doejigalbiyangnyμm	0.045±0.001[fg]	N.D.	0.006±0.000[de]	0.027±0.001[efg]	0.052±0.001[fghi]
Fruitkaraesauce	0.083±0.001[e]	0.017±0.001[def]	0.005±0.000[de]	0.057±0.002[def]	0.106±0.001[f]
Ganjangsauce	N.D.	0.022±0.001[cde]	0.063±0.000[c]	0.081±0.001[d]	0.086±0.001[fgh]
Daeriyakkisauce	N.D.	0.016±0.000[def]	0.019±0.001[de]	0.032±0.001[efg]	0.035±0.001[hi]
Donkazsauce	0.052±0.004[fg]	0.032±0.001[cd]	0.008±0.000[de]	0.057±0.002[def]	0.092±0.002[fgh]
Jjimdakyangnuym	0.000±0.000[h]	0.008±0.001[ef]	0.030±0.001[d]	0.037±0.001[defg]	0.039±0.001[ghi]
Spagetisauce	0.162±0.006[d]	0.042±0.000[c]	0.010±0.000[de]	0.043±0.001[defg]	0.214±0.002[e]
Jjajangsauce	N.D.	N.D.	0.008±0.001[de]	0.009±0.001[g]	0.009±0.001[i]
Gangwhangkaraemaunmat	0.494±0.027[b]	2.640±0.011[a]	0.126±0.003[b]	2.428±0.022[a]	3.261±0.014[a]
Gondrenamulbapsauce	0.828±0.023[a]	0.032±0.001[cd]	0.077±0.002[c]	0.479±0.010[c]	0.938±0.009[b]
Fruitkaraemaunmatsauce	0.064±0.004[ef]	0.125±0.026[b]	0.569±0.037[a]	0.697±0.056[b]	0.758±0.023[c]
Sweetchillisauce	0.025±0.003[gh]	N.D.	0.009±0.001[de]	0.021±0.002[fg]	0.035±0.002[hi]
Ganjjajang	0.270±0.002[c]	0.009±0.000[ef]	0.001±0.000[a]	0.008±0.001[g]	0.280±0.001[d]

[1)]Riboflavin Eq.: Total riboflavin equivalent=(FAD×0.4537 + FMN×0.7869 + riboflavin).

[2)]All values are expressed as the mean±SD of triplicate determinations. Means with different superscripts(a-j) of each same food category are significantly different at $P<0.05$ by a Turkey's multiple rage test. [3)]N.D. corresponds “not detected”.

카레라이스, 알밥, 매운치킨볶음밥, 낚지볶음밥 순으로 높은 함유량을 확인하였다(P<0.05). Riboflavin의 함량이 가장 높은 짜장밥의 경우 0.344±0.004 mg/100 g이었으며, 함유량이 가장 낮은 식품인 낙지볶음밥에는 0.040±0.001 mg/100 g이 함유되어 있는 것을 확인하였다(P<0.05). 면류의 경우 riboflavin의 함량이 0.019-0.074 mg/100 g으로 유의적인 차이를 확인하였으며, 비빔국수, 막국수, 회냉면, 바지락칼국수, 잔치국수. 비빔냉면(냉면사리), 치즈 크림스파게티(스파게티면), 볼로냐스파게티(스파게티면), 우동, 콩국수, 물냉면(메밀면) 순으로 높은 함량을 확인하였다(P<0.05). 면류에서 Riboflavin의 함량이 가장 높은 비빔국수는 0.074±0.003 mg/100 g이었으며, 함유량이 가장 낮은 식품인 물냉면(메밀면)에는 0.019±0.001 mg/100 g이 함유되어 있는 것을 확인하였다(P<0.05). 소스류에서 riboflavin의 함량은 0.002-3.261 mg/100 g으로 시료간에 유의적인 함량차이를 확인하였다(P<0.05). 강황카레 약간 매운맛, 곤드레나물밥 양념장, 과일 카레(매운맛스파이스), 간짜장, 토마토 스파게티, 과일카레, 불고기양념, 돈카츠소스, 조림용 간장소스, 돼지갈비 양념, 찜닭 양념, 스위트 칠리소스, 데리야끼소스, 짜장소스, 프렌치발사믹드레싱 순서로 높은 함량을 확인하였다(P<0.05). 가장 높은 함량을 나타내는 강황카레 약간 매운맛은 3.261±0.014 mg/100 g으로 확인하였으며, 프렌치발사믹드레싱은 0.002±0.001 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 확인하였다(P<0.05). 본 연구에서는 밥류, 면류, 소스류의 제조 과정에서 높은 열이 가해지지만, 시료에서 riboflavin이 검출되지 않은 시료는 없었으며, 상대적으로 고온에서 높은 안정성을 지니고 있다고 알려진 연구결과와 같은 양상을 나타내고 있음을 확인하였다[19]. Powers[20]의 연구에 따르면 육류, 어패류, 야채, 우유나 유제품은 좋은 riboflavin 급원이라고 보고된 바가 있다. 이와 같이 본 연구에서 육류와 야채가 재료로 사용된 짜장밥, 비빔밥, 불고기 덮밥의 경우 높은 riboflavin 함량을 확인하였다. 유의적으로 높은 riboflavin의 함량을 나타내는 강황 카레 약간 매운맛에 비해 같은 재료인 카레이지만 과일카레의 경우 비교적 낮은 함량의 riboflavin을 확인하였다. 이는 riboflavin이 산과 고온에서는 높은 안전성을 가지고 있지만, 높은 알칼리성을 띄는 경우 낮은 안정성을 가지고 있다고 알려진 바와 같이 알칼리성 과일의 함유로 인해 riboflavin의 함량이 낮게 검출되었다고 판단된다[21].

Table 6. Niacin contents in rice, noodle, and sauces

Sample	Content (mg/100 g)		
	Nicotinic acid	Nicotinamide	Total
Rice			
Maeunchickinbbokeumbab	1.827±0.005[a]	0.457±0.004[b]	2.284±0.007[a]
Nakjibbokeumbab	0.720±0.014[b]	0.000±0.000[g]	0.720±0.014[c]
Karaerice	0.216±0.020[d]	0.172±0.016[e]	0.388±0.005[e]
Bulgogidupbab	N.D.	0.938±0.022[a]	0.938±0.022[b]
Bokeumbab	0.109±0.003[e]	0.218±0.012[e]	0.327±0.015[f]
Busutgamjabokeumbab	0.085±0.006[f]	0.086±0.006[f]	0.143±0.050[g]
Japchaebab	0.084±0.006[f]	0.267±0.001[c]	0.351±0.006[ef]
Jjajangbab	0.413±0.042[c]	0.151±0.012[e]	0.565±0.048[d]
Sogogikimbab	N.D.[2)]	N.D.	N.D.
Chamchikimbab	N.D.	N.D.	N.D.
Bibimbab	N.D.	N.D.	N.D.
Cheezkimbab	N.D.	N.D.	N.D.
Albab	N.D.	N.D.	N.D.
Noodle			
Mulnangmyun	0.554±0.008[c]	0.012±0.001[e]	0.566±0.009[c]
Bibimnangmyun	0.238±0.011[e]	N.D.	0.238±0.011[d]
Cheezspagetimyun	0.659±0.013[b]	N.D.	0.659±0.013[b]
Bolonyaspagetimyun	0.006±0.001[f]	N.D.	0.006±0.001[h]
Hwoenangmyun	N.D.	0.075±0.005[d]	0.075±0.005[g]
Makguksu	0.483±0.006[d]	0.189±0.006[c]	0.672±0.004[b]

Table 6. (Continued) Niacin contents in rice, noodle, and sauces

Sample	Content (mg/100 g)		
	Nicotinic acid	Nicotinamide	Total
Bibimguksu	N.D.	0.270±0.012[b]	0.270±0.012[d]
Bajirakkalguksu	N.D.	0.684±0.022[a]	0.684±0.022[b]
Udong	N.D.	0.170±0.009[c]	0.170±0.009[e]
Janchiguksu	0.899±0.014[a]	0.052±0.004[d]	0.951±0.017[a]
Kongguksu	N.D.	0.119±0.007[d]	0.119±0.007[f]
Sauce			
Frenchbalsamicdressing	0.128±0.006[bc]	N.D.	0.128±0.006[hi]
Bulgogiyangnyμm	N.D.	0.359±0.004[e]	0.359±0.004[f]
Doejigalbiyangnyμm	N.D.	0.494±0.029[d]	0.494±0.029[e]
Fruitkaraesauce	0.145±0.002[b]	0.808±0.023[c]	0.953±0.024[c]
Ganjangsauce	N.D.	0.202±0.004[f]	0.202±0.004[g]
Daeriyakkisauce	N.D.	N.D.	N.D.
Donkazsauce	0.006±0.001[e]	0.158±0.006[h]	0.164±0.007[gh]
Jjimdakyangnuym	N.D.	0.329±0.002[e]	0.329±0.002[f]
Spagetisauce	0.354±0.030[a]	0.352±0.010[e]	0.706±0.035[d]
Jjajangsauce	N.D.	1.689±0.020[a]	1.689±0.020[a]
Gangwhangkaraemaunmat	N.D.	0.167±0.003[f]	0.167±0.003[gh]
Gondrenamulbapsauce	N.D.	0.123±0.002[h]	0.123±0.002[hi]
Fruitkaraemaunmatsauce	N.D.	N.D.	N.D.
Sweetchillisauce	0.086±0.014[d]	0.018±0.001[i]	0.104±0.015[i]
Ganjjajang	0.112±0.007[cd]	1.510±0.013[b]	1.622±0.017[b]

[1)]All values are expressed as the mean±SD of triplicate determinations. Means with different superscripts (a-i) of each same food category are significantly different at $P<0.05$ by a Turkey's multiple rage test. [2)]N.D. corresponds “not detected”.

비타민 B_3 함량 검토

국내에서 섭취되는 13종의 밥류, 11종의 면류, 그리고 15종의 소스류에 존재하고 있는 수용성 비타민 B_3 (niacin) 함량을 Table 6에 나타내었다. 밥류에 속하는 시료의 niacin 함량은 0.327-2.284 mg/100 g으로 시료 간 함량이 유의적으로 차이가 나는 것을 확인하였으며, 매운치킨볶음밥, 불고기덮밥, 낚지볶음밥, 짜장밥, 카레라이스, 잡채밥, 볶음밥, 볶음밥(버섯, 감자) 순으로 높은 함유량을 확인하였다($P<0.05$). 함량이 가장 높은 매운 치킨볶음밥의 경우 2.284±0.007 mg/100 g이었으며, 함유량이 가장 낮은 식품인 볶음밥(버섯, 감자)의 경우 0.143±0.050 mg/100 g이 함유되어 있는 것을 확인하였으며, 쇠고기김밥, 참치김밥, 비빔밥, 치즈김밥, 그리고 알밥의 경우 niacin이 확인되지 않았다($P<0.05$). 면류의 경우 niacin의 함량이 0.006-0.951 mg/100 g으로 시료 간의 유의적인 차이를 확인하였으며, 잔치국수, 바지락칼국수, 막국수, 치즈 크림스파게티 스파게티면, 물냉면(메밀면), 비빔냉면(냉면사리), 비빔국수, 우동(일식), 콩국수, 회냉면, 볼로냐스파게티(스파게티면) 순으로 높은 함량을 확인하였다($P<0.05$). Niacin의 함량이 가장 높은 잔치국수는 0.951±0.017 mg/100 g이었으며, 함유량이 가장 낮은 식품인 볼로냐스파게티(스파게티면)에는 0.006±0.001 mg/100 g이 함유되어 있는 것을 확인하였다($P<0.05$). 소스류의 niacin 함량은 0.104-1.689 mg/100 g으로 소스류 시료 간 함량 차이를 확인하였으며, 짜장소스, 간짜장, 과일 카레, 토마토 스파게티소스, 돼지갈비 양념, 불고기양념, 찜닭 양념, 조림용 간장소스, 강황카레 약간 매운맛, 돈카츠소스, 프렌치발사믹드레싱, 곤드레나물밥 양념장, 스위트 칠리소스 순서로 높은 함량을 확인하였다($P<0.05$). 가장 높은 함량을 나타내는 짜장소스는 1.689±0.020 mg/100 g으로 확인하였으며, 스위트 칠리소스는 0.104±0.015 mg/100 g으로 가장 낮은 함량을 확인하였다($P<0.05$). 데리야끼소스와 과일 카레 매운맛에서는 niacin이 검출되지 않은 것을 확인하였다. Niacin의 경우 다양한 식품 중에 널리 존재하는 성분으로 알려져 있다[22)]. 시료 중 매운 치킨 볶음밥, 짜장소스, 그리고 간짜장의 경우 유의적으로 높은 niacin 함량을 확인하였다($P<0.05$). 닭고기 및 쇠고기 등 육류에

Table 7. The ratio of contents to Recommended Dietary Allowance (RDA) in the sample set.

Sample	Content (%)					
	Thiamin		Riboflavin		Niacin	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Rice						
Maeunchickinbbokeumbab	10.00±0.25^{f}	10.90±0.27^{f}	3.20±0.13^{ij}	4.00±0.16^{ij}	14.27±0.04^{a}	16.31±0.05^{a}
Nakjibbokeumbab	7.66±0.25^{g}	8.36±0.27^{g}	2.66±0.06^{j}	3.33±0.08^{j}	4.50±0.08^{c}	5.14±0.10^{c}
Karaerice	9.58±0.75^{fg}	10.45±0.81^{g}	4.00±0.13^{h}	5.00±0.16^{h}	2.42±0.03^{e}	2.77±0.03^{e}
Bulgogidupbab	13.50±0.50^{e}	14.72±0.54^{e}	7.80±0.13^{c}	9.75±0.16^{c}	5.86±0.13^{b}	6.70±0.15^{b}
Bokeumbab	9.91±0.16^{f}	10.81±0.18^{f}	6.73±0.06^{d}	8.41±0.83^{d}	2.04±0.09^{f}	2.33±0.10^{f}
Busutgamjabokeumbab	3.50±0.08^{h}	3.81±0.09^{h}	5.66±0.20^{f}	7.08±0.25^{f}	0.89±0.31^{g}	1.02±0.35^{g}
Japchaebab	54.75±1.91^{a}	59.72±2.09^{a}	4.40±0.20^{h}	5.50±0.25^{h}	2.19±0.03^{ef}	2.50±0.04^{ef}
Jjajangbab	18.50±0.75^{d}	20.18±0.81^{d}	22.93±0.26^{a}	28.66±0.33^{a}	3.53±0.30^{d}	4.03±0.34^{d}
Sogogikimbab	7.83±0.16^{g}	8.54±0.18^{g}	5.06±0.06^{g}	6.33±0.08^{g}	N.D.[2)]	N.D.
Chamchikimbab	19.08±0.66^{d}	20.81±0.72^{d}	6.13±0.06^{ef}	7.66±0.08^{ef}	N.D.	N.D.
Bibimbab	27.91±2.83^{c}	30.45±3.09^{c}	20.60±0.06^{b}	25.75±0.08^{b}	N.D.	N.D.
Cheezkimbab	29.66±2.08^{bc}	32.36±2.27^{bc}	6.20±0.06^{de}	7.75±0.08^{de}	N.D.	N.D.
Albab	31.58±0.58^{b}	34.45±0.63^{b}	3.26±0.06^{i}	4.08±0.08^{i}	N.D.	N.D.
Noodle						
Mulnangmyun	N.D.	N.D.	1.26±0.06^{d}	1.58±0.08^{d}	3.53±0.06^{c}	4.04±0.07^{c}
Bibimnangmyun	10.50±0.25^{d}	11.45±0.27^{d}	2.33±0.06^{c}	2.91±0.08^{c}	1.48±0.06^{d}	1.70±0.07^{d}
Cheezspagetimyun	13.41±0.50^{c}	14.63±0.54^{c}	1.53±0.06^{d}	1.91±0.08^{d}	4.11±0.08^{b}	4.70±0.09^{b}
Bolonyaspagetimyun	N.D.	N.D.	1.46±0.06^{d}	1.83±0.08^{d}	0.03±0.01^{h}	0.04±0.01^{h}
Hwoenangmyun	28.00±1.58^{b}	30.54±1.72^{b}	4.40±0.06^{ab}	5.50±0.08^{ab}	0.46±0.031^{g}	0.53±0.03^{g}
Makguksu	36.00±0.66^{a}	39.27±0.72^{a}	4.40±0.06^{ab}	5.50±0.08^{ab}	4.20±0.025^{b}	4.80±0.02^{b}
Bibimguksu	N.D.	N.D.	4.93±0.20^{a}	6.16±0.25^{a}	1.68±0.07^{d}	1.92±0.08^{d}
Bajirakkalguksu	N.D.	N.D.	3.93±0.06^{b}	4.91±0.08^{b}	4.27±0.13^{b}	4.88±0.15^{b}
Udong	28.83±0.38^{b}	31.45±0.90^{b}	1.40±0.06^{e}	1.75±0.08^{e}	1.06±0.05^{e}	1.21±0.06^{e}
Janchiguksu	N.D.	N.D.	2.53±0.06^{c}	3.16±0.08^{c}	5.94±0.10^{a}	6.79±0.12^{a}
Kongguksu	13.33±1.08^{c}	14.54±1.18^{c}	1.33±0.06^{d}	1.66±0.08^{d}	0.74±0.04^{f}	0.85±0.05^{f}
Sauce						
Frenchbalsamicdressing	N.D.	N.D.	0.13±0.06^{i}	0.16±0.08^{i}	0.80±0.03^{hi}	0.91±0.04^{hi}
Bulgogiyangnyμm	18.25±0.08^{g}	19.90±0.09^{g}	6.40±0.06^{fg}	8.00±0.08^{fg}	2.24±0.02^{f}	2.56±0.02^{f}
Doejigalbiyangnyμm	11.16±0.16^{h}	12.18±0.18^{h}	3.46±0.06^{fghi}	4.33±0.08^{fghi}	3.08±0.18^{e}	3.52±0.20^{e}
Fruitkaraemaunmatsauce	37.50±0.33^{c}	40.90±0.36^{c}	7.06±0.06^{f}	8.83±0.08^{f}	5.95±0.15^{c}	6.80±0.17^{c}
Ganjangsauce	25.41±0.08^{e}	27.72±0.09^{e}	5.73±0.06^{fgh}	7.16±0.08^{gh}	1.26±0.02^{g}	1.44±0.02^{g}
Daeriyakkisauce	20.16±0.16^{f}	22.000.18^{f}	2.33±0.06^{hi}	2.91±0.08^{hi}	N.D.	N.D.
Donkazsauce	28.33±1.91^{d}	30.90±2.09^{d}	6.13±0.13^{fgh}	7.66±0.16^{fgh}	1.02±0.04^{gh}	1.17±0.05^{gh}
Jjimdakyangnuym	N.D.	N.D.	2.60±0.06^{ghi}	3.25±0.08^{ghi}	2.05±0.01^{f}	2.35±0.01^{f}
Spagetisauce	45.33±1.33^{a}	49.45±0.45^{a}	14.26±0.13^{e}	17.83±0.16^{e}	4.75±0.21^{d}	5.42±0.25^{d}
Jjajangsauce	N.D.	N.D.	0.60±0.06^{i}	0.75±0.08^{i}	10.55±0.12^{a}	12.06±0.14^{a}
Gangwhangkaraemaunmat	42.75±0.75^{b}	46.63±0.81^{b}	217.40±0.93^{a}	271.75±1.16^{a}	1.04±0.01^{gh}	1.19±0.02^{gh}
Gondrenamulbapsauce	N.D.	N.D.	62.53±0.60^{b}	78.16±0.75^{b}	0.76±0.01^{hi}	0.87±0.01^{hi}
Fruitkaraemaunmatsauce	N.D.	N.D.	50.53±1.53^{c}	63.16±1.91^{c}	N.D.	N.D.
Sweetchillisauce	8.66±0.16^{i}	9.45±0.18^{i}	2.33±0.13^{hi}	2.91±0.16^{hi}	0.65±0.09^{i}	0.74±0.10^{i}
Ganjjajang	19.91±0.41^{fg}	21.72±0.45^{fg}	18.66±0.06^{d}	23.33±0.08^{d}	10.13±0.10^{b}	11.58±0.12^{b}

[1)]All values are expressed as the mean±SD of triplicate determinations. Means with different superscripts(a-j) of each same food category are significantly different at $P<0.05$ by a Turkey's multiple rage test. [2)]N.D. corresponds “not detected”.

많은 양의 niacin이 함유되어 있다[23]. 높은 함량의 niacin이 검출된 시료의 경우 각 음식에 재료로 닭고기 및 소고기 등의 육류가 함유한 niacin에 의한 영향이라고 판단할 수 있다.

비타민 1일 권장섭취량 대비 식품 속 수용성 비타민 함량(%)

한국인의 성인 남녀를 기준으로 시료 100 g당 함유하고 있는 수용성 비타민의 1일 섭취권장량을 확인하였다. 성인 남자 기준 thiamin의 권장섭취량은 1.2 mg, riboflavin은 1.5 mg, niacin의 경우 16 mg NE이다. 성인 여자 기준의 경우 thiamin 권장섭취량은 1.1 mg, riboflavin은 1.2 mg, Niacin은 14 mg NE이다[15]. 밥류의 경우 thiamin의 함량이 가장 높은 잡채밥이 일일 섭취권장량에 대하여 성인 남자 기준 54.75%를 함유하고 있고, 성인 여자의 경우는 59.72% 함유하고 있는 것을 확인하였다. Riboflavin의 함량이 가장 높은 짜장밥의 경우는 성인 남자 기준 22.93%, 성인 여자 기준 28.66% 함유하고 있는 것을 확인하였다. Niacin의 함량이 가장 높은 매운치킨볶음밥에는 성인 남자 기준으로 14.27%, 성인 여자 기준 28.66%를 함유하고 있는 것을 확인하였다. 면류의 경우 thiamine의 함량이 가장 높은 막국수에 권장섭취량 대비 성인 남자 기준 36%, 성인 여자 기준 39.27% 함유하고 있음을 확인하였다. Riboflavin의 함량이 가장 높은 비빔국수의 경우는 성인 남자 기준 4.93%, 성인 여자 기준 6.16%를 함유하고 있는 것을 확인하였다. Niacin은 잔치국수에서 함량이 가장 높았으며 권장섭취량 대비 성인 남자의 경우 5.94%, 성인 여자의 경우 6.79% 함유하고 있는 것을 확인하였다. 소스류에서 thiamin의 함량이 가장 높은 토마토 스파게티소스가 성인 남자에게 제공하는 함량은 45.33%이고, 성인 여자에게 제공하는 함량은 49.45%로 확인하였다. Riboflavin의 함량이 가장 높은 강황카레 약간 매운맛의 경우 전체 시료 중 함량이 가장 컸으며, 성인 남자에게 제공하는 함량은 217.40%이고, 성인 여자의 경우 271.75%로 확인하였다. 소스류에서 niacin의 함량이 가장 높은 짜장소스는 성인 남자에게 10.55% 제공하며, 성인 여자의 경우 12.06% 제공하는 것을 확인하였다. 단일 영양소의 결핍으로도 정신건강에 장애를 가져오고 우울증과 같은 정신질환을 일으킬 수 있다고 보고된 바가 있다[24]. 또한 비타민의 섭취가 과다할 경우에는 체내 흡수가 되지 않고 배출이 되기 때문에 적당량의 비타민 섭취를 위한 정보 제공은 질병 예방과 건강 유지, 정상적인 신체기능 유지를 위해서 중요하며 두뇌 기능에 필수적으로 필요한 비타민 B군을 하루 권장섭취량에 맞춰 섭취함으로 질병의 예방이 필요하다고 알려져 있다[10]. 쥐의 임신기간 중 thiamin의 섭취 부족으로 인해서 새끼의 경우 소뇌 신경의 손상이 불가피하다고 보고된 바가 있으며 thiamin의 섭취를 충분히 해야 한다고 판단할 수 있다[25].

식품 중 비타민이 가지는 비율은 매우 낮으며, 일반적으로 단백질, 탄수화물과 같은 고분자물질들과 결합한 형태를 가지고 있다. 이러한 결합형태는 분석을 위해 비타민을 유리형태로 분리하는 과정은 비타민의 함량을 정확하게 구하는 방법에 여러 가지 제한적인 부분을 가진다[26]. 그러한 이유는 비타민의 안정성은 온도, pH, 산소, 빛, 금속과 같은 여러 가지 요소에 의해서 영향을 받기 때문이다[19]. 본 연구에서 제시하는 조리품과 일반 구매 제품의 경우 조리과정과 구매품의 개봉에 따른 환경 변화만으로도 변화를 가져올 수 있기 때문이다. 이에 많은 연구들이 식품 중의 비타민의 안정성에 대한 연구가 계속적으로 이루어지고 있는 실정이다. 본 연구에서는 조리제품과 실제 소비자들이 마켓에서 구매가 이루어지는 제품이 가지는 수용성 비타민의 함량을 제시하여, 소비자들이 식품영양소에 대한 기초적인 정보를 제공하고자 한다.

Acknowledgement

본 연구는 2018, 2019년도 식품의약품안전처의 연구개발비(17162식생활082)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

본 연구에서는 13종의 밥류, 11종의 면류, 그리고 15종의 소스류에 함유되어 있는 수용성 비타민 B_1 (thiamin), B_2 (riboflavin), 그리고 B_3 (niacin)의 함량을 확인하였다. 실험 결과에 대한 신뢰도를 확인하기 위해 검출한계(LOD)와 정량한계(LOQ)를 확인하였으며, 표준인증물질(SRM 1849a)을 통한 결과의 정확도를 확인하여 우수한 지표를 나타내었다. Thiamin에서 밥류의 경우 잡채밥이 가장 높은 함유량을 확인하였고, 면류의 경우 막국수, 그리고 소스류의 경우 토마토 스파게티소스가 가장 높은 함유량을 확인하였다. Riboflavin은 밥류의 경우 짜장밥, 면류의 경우 비빔국수, 소스류의 경우 강황카레 약간 매운맛에서 가장 높은 함유량을 확인하였다. Niacin에서는 밥류, 면류, 그리고 소스류에서 각각 치킨볶음밥, 잔치국수, 짜장소스에서 가장 높은 함유량을 확인하였다. 한국인 성인 남녀의 수용성 비타민 1일 섭취권장량에 대하여 식품에 함유되어 있는 양을 확인한 결과 강황카레 약간 매운맛에서 가장 높은 riboflavin의 함량이 남자의 경우 217.40%, 여자의 경우 271.75%로 가장 높은 함량을 확인하였다. 본 연구를 통해서 밥류, 면류, 그리고 소스류에 함유된 수용성 비타민에 대한 영양성분 데이터베이스를 구축하고, 1일 섭취권장량에 대한 식품에 함유된 수용성 비타

민의 함량 확인을 통해 국민 식생활에 필요한 자료를 제공하고자 한다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Jin-Ju Cho	https://orcid.org/0000-0003-0951-1790
Seong Jun Hong	https://orcid.org/0000-0001-6531-2564
Chang Guk Boo	https://orcid.org/0000-0001-6444-3204
Eui-Cheol Shin	https://orcid.org/0000-0003-4243-4643

References

1. Jang, D.J., Kim, S.N., Kim, S.H, Lee, K.K., Lee, H.J., Survey of consumer perception for derivation of superior factors in various Korean traditional foods. *Korean J. Food Cookery Sci.*, **21**, 780-812 (2005).
2. Son, S.M., Rice based meal for prevention of obesity and chronic disease. *Korean J. Community Nutr.,* **6**(5), 862-867 (2001).
3. Kim, S.K., Backgrounds of Korean noodle industry. *Food Sci. Ind.,* **50**(1), 36-56 (2017).
4. Kim, D.S., Kim, H.S., Hong, S.J, Cho, J.J., Choi, M.J., Heo, S.U., Lee, K.J., Chung, J.J., Shin, E.C., Investigation of water-soluble vitamin (B_1, B_2, and B_3) content in various rice, soups, and stews produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Tech.,* **50**, 362-370 (2018).
5. Seo, J.S., Cho, S.H., Rice-based traditional meal and prevention of chronic diseases. *Food Ind. Nutr.,* **13**(2), 27-33 (2008).
6. Kim, D.S., Kim, H.S., Hong, S.J., Cho, J.J., Lee, J.K., Comparison of the retention rates of thiamin, riboflavin, and niacin between normal and high-oleic peanuts after roasting. *Appl. Biol. Chem.,* **61,** 449-458 (2018).
7. Choi, Y., Oh, J.H., Bae, I.Y., Cho, E.K., Kwon, D.J., Park, H.W., Yoon, S., Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. *Korean J, Food Cookery Sci.,* **29(4)**, 387-398 (2013).
8. Bree, A., Verschuren, W.M., Blom, H.J., Kromhout, D., Lifestyle factors and plasma homocysteine concentrations in a general population sample. *Am. J. Epidemiol.* **154**(2), 150-154 (2001).
9. Kwak, B.M., Kim, S.H., Kim, K.S., Lee, K.W., Ahn, J.H., Jang, C.H., Composition of vitamin A, E, B_1 and B_2 contents in Korean cow's raw milk in Korea. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **26**, 245-251 (2006).
10. Song, S.J., Kim, M.S., Case study on insomniac, melancholiac, schizophrenic patients taking well-balanced nutrition & vitamin B group. *J. Korean Soc. Jungshin Sci.* **6**(1), 11-28 (2004).
11. El-Hazmi, M.A., Warsy, A.S., Riboflavin status in a Saudi population - A study in riyadh. *Ann. Nutr. Metab.,* **31**, 253-258 (1987).
12. Hong, J.E., Kim, M.R., Cheon, S.H., Chai, J.Y., Park, E.R., Mun, C.S., Gwak, I.S., Kim, O.H., Lee, K.H., Determination of niacin in infant formula by solid-phase clean-up and HPLC with photodiode array detector. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **38**, 359-363 (2009).
13. Cho, J.J., Hong, S.J., Boo, C.G., Jeong, Y.R., Jeong, C.H., Shin, E.C., Investigation of water-soluble vitamin (B_1, B_2, and B_3) contents in various roasted, steamed, stir-fried, and braised foods produced in Korea. *J. Food Hyg. Saf.* **34**(5), 454-462 (2019).
14. Ham, M.V., Alversen, M., Koning, T.J., Visser, G., Middendorp, A., Bosma, M., Verhoeven, N.M., Velden, M.G.M., Quantification of vitamin B_6 vitamers in human cerebrospinal fluid by ultra performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal. Chim. Acta.,* **721**, 108-114 (2012).
15. Foodsafetykorea, (2020, July 01). Standard for Korean nutrient. Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=12131
16. Kim, G.P., Hwang, Y.S., Choung, M.G., Analysis of water soluble vitamin B_1, B_2, and B_3 content in Korean traditional holiday foods. *J. Korean Soc. Sci. Nutr.,* **46**(8), 944-951 (2017).
17. Kilcast, D., Effect of irradiation on vitamins. *Food Chem.,* **49**, 157-164 (1994).
18. Alvarez, O.M., Gilbreath, R.L., Thiamine influence on collagen during the granulation of skin wounds. *J. Surg. Res.,* **32**, 24-31 (1982).
19. Lee, J.W., Kim, S.G., Lee, D.U., Park, S.J., Lee, J.H., Lee, K.P., Kim, D.S., Choi, S.W., Baik, J.H., Effects of temperature and relative humidity on water soluble vitamin contents in commercial vitamin tablet. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **37**, 1028-1034 (2005).
20. Powers, H.J., Riboflavin (vitamin B_2) and health. *Am. J. Clin. Nutr.,* **77**, 1352-1360 (2003).
21. Chung, H.K., Yoon, K.S., Woo, N., Effects of cooking method on the vitamin and mineral contents in frequently used vegetables. *Korean J. Food Cook. Sci,.* **32**, 270-278 (2016).
22. Friedrich, W., 1988, Niacin, nicotinic acid, nicotinamide, NAD(P), in: vitamins, Walter de Gruyler, New York, NY, USA, pp. 473-542.
23. Lebiedzinska, A., Szefer P., Vitamins B in grain and cereal-grain food, soy-products and seeds. *Food Chem.,* **95**, 116-122 (2006).
24. Melbin, R.W., 1991. Nutritional influences on mental illness: a sourcebook of clinical research. Third Line Press, Tarzana, CA, USA, pp. 360.
25. Danielyan, K.E., Subcomponents of vitamine B complex regulate the growth and development of human brain derived cells. *Am. J. Biomedical Research.* **1**, 28-34 (2013).

26. Kim, H.S., Jang, D.K., Woo, D.K., Woo, K.L., Comparison of preparation methods for water soluble vitamin analysis in foods by reversed-phase high performance liquid chromatography. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **34**(2), 141-150 (2002).