



Research Article

Determination of vitamin B₁ and B₃ contents in Korean domestic foods using high performance liquid chromatography

고성능 액체크로마토그래피를 이용한 국내 식품자원의 비타민 B₁과 B₃ 함량 분석

Song-Yee Lee^{1*}, So-Ra Choi², Eun-Ju Song¹, Eun-Ju Kim¹, Hyun-Ah Han¹

이송이^{1*} · 최소라² · 송은주¹ · 김은주¹ · 한현아¹

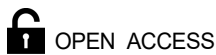
¹Department of Crops and Food, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea

²Medicinal Herb Research Institute, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Jinan 55440, Korea

¹전라북도농업기술원 작물식품과, ²전라북도농업기술원 약용자원연구소

Abstract The purpose of this study was to determine the vitamin B₁ and B₃ contents in 135 Korean domestic foods using high performance liquid chromatography (HPLC). The Standard Reference Material (SRM) 3233 and in-house control (grain, whole wheat and flour mixture) were used for quality control/assurance. As a result, vitamin B₁ was only detected in 54 of the 135 foods, ranging from 0.019 mg/100 g to 28.218 mg/100 g. Among the foods tested, the vitamin B₁ content was highest in ramen powder (28.218 mg/100 g) and lowest in boiled *jjolmyeon* (0.019 mg/100 g). In contrast, vitamin B₃ was detected in 108 of the 135 foods, ranging from 0.077 mg/100 g to 32.412 mg/100 g. We found that the vitamin B₃ content was highest in beef liver (32.412 mg/100 g) and lowest in boiled chicken heart (0.077 mg/100 g). The results of this study will be used as a nutritional database for the update of the Korean food composition table and will hence contribute to improving public health.

Keywords HPLC, Korean domestic foods, vitamin B₁, vitamin B₃, *Korean food composition table*



Citation: Lee SY, Choi SR, Song EJ, Kim EJ, Han HA. Determination of vitamin B₁ and B₃ contents in Korean domestic foods using high performance liquid chromatography. *Korean J Food Preserv*, 30(1), 98-108 (2023)

Received: January 02, 2023
Revised: February 14, 2023
Accepted: February 15, 2023

***Corresponding author**
 Song-Yee Lee
 Tel: +82-63-290-6045
 E-mail: song0922@korea.kr

Copyright © 2023 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

비타민은 신체 활동에 필요한 에너지 생성, 물질대사 조절효소의 보조 물질로 세포 내의 생화학반응에 관여함으로써 신체기능을 조절하는 필수성분이다(Boo 등, 2021). 비타민은 신체 기능 조절에 필수적인 영양소이나 체내에서 전혀 합성되지 않거나, 충분하게 합성되지 않기 때문에 다양한 식품을 통해 필요량을 섭취하여야 한다(Kim 등, 2017; Kim 등, 2018). 용해도에 따라서 비타민은 수용성 비타민과 지용성 비타민으로 구분할 수 있는데, 수용성 비타민은 조리, 보관과정에서 손실이 발생하며, 지용성 비타민보다 열에 대한 안정성이 낮아 식품에 낮은 함량으로 존재하지만, 식품을 통해서 충분히 공급받을 수 있다(Hur와 Hwang, 2002; Kim과 Na, 2001). 수용성 비타민 중 하나인 비타민 B₁(thiamin, 티아민)은 백미를 섭취하는 아시아인들에게 나타난 각기병 발병 원인을 연구하는 과정에서 쌀겨로부터 최초로 분리한 비타민이

다. 비타민 B₁은 신경전달물질의 합성에 필요한 세포막의 삼투압 농도를 유지하고 포도당 및 지질 대사에 작용하는 것으로 알려져 있다(Cho 등 2020; Kim 등 2013). 안정적인 수용성 비타민인 비타민 B₃(niacin, 나이아신)은 nicotinic acid와 nicotinamide의 총칭으로, 영양소의 산화-환원 작용의 역할과 말초혈관을 확장시켜 혈액순환을 촉진하고 콜레스테롤을 감소시키는 효과가 있다. 비타민 B₃ 결핍 시에는 피부염 외에 소화기, 신경계 증상으로 설사, 치매 등이 유발되며 중증 결핍 시에는 펠라그라병(pellagra disease)을 야기시킨다(Cho 등, 2019; Jeon 등, 2020; Yoon 등, 2019).

균형 잡힌 식사를 통한 영양소의 섭취는 질병을 예방하고, 신체 건강을 유지하기 위하여 무엇보다 중요하다. 이에 국가 식품영양성분에 대한 데이터베이스를 구축하기 위하여 농촌진흥청에서는 식품산업진흥법 제19조에 의거하여 1970년부터 국가표준식품성분표(Korean food composition table)를 발간해오고 있다. 국가표준식품성분표의 영양성분 데이터는 국민건강영양조사 기초자료, 식품 및 영양 분야 연구자료, 개인의 건강과 식생활 관리 등에 활용되어왔다. 5년을 주기로 발행되는 국가표준식품성분표는 한국인 다소비 식품과 조리 형태 등을 반영함으로써 더욱 정확한 영양소 함량 정보를 제공하고 데이터 자급률 향상을 위해 노력하고 있다(Lim 등, 2013). 본 연구에서는 고속액체크로마토그래피(high performance liquid chromatography, HPLC)를 이용하여 국내에서 유통 중인 식품 자원의 비타민 B₁과 B₃ 함량에 대한 데이터를 측정하였다. 내부 품질관리를 통하여 얻은 신뢰도 높은 데이터는 국가표준식품성분표 개정을 위한 기초자료로 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

본 실험에 사용된 시료는 농촌진흥청에서 제공한 식물성 식품자원 42종, 동물성 식품자원 36종, 가공식품 57종으로 총 135종을 사용하였다. 국가표준식품성분표 업무 매뉴얼(RDA, 2022)에 따라 전처리한 시료는 농촌진흥청으로부터 제공받아 사용하였다. 분석시료는 -70℃의 초저온 냉동고(Wisecryo, Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)에 보

관한 후 분석 전에 해동하여 사용하였다.

2.2. 시약

본 실험에 사용한 표준시약 thiamine hydrochloride, nicotinic acid, nicotinamide는 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA) 제품을 사용하였다. 분석법 검증을 위해 사용한 인증표준물질(standard reference material, SRM)인 SRM 3233(fortified breakfast cereal)은 National Institute of Standards and Technology (NIST, Gaithersburg, MD, USA)에서 구입하여 QC material로 사용하였다. SRM의 비타민 B₁ 함량은 60.2±9.4 mg/kg, 총 비타민 B₃ 함량은 822±39 mg/kg이다. 추출용매 및 HPLC 이동상으로 사용된 초순수 증류수와 메탄올은 Fisher Scientific(Pittsburgh, PA, USA), Sodium 1-hexanesulfonate, acetic acid, triethylamine은 Sigma (St. Louis, MO, USA) 제품을 구입하여 사용하였다.

2.3. 추출 방법

비타민 B₁과 B₃의 추출 방법은 식품공전(MFDS, 2022)의 비타민 분석법을 응용하여 수행하였다. 균질화된 검체 2 g을 칭량 후 5 mM sodium 1-hexanesulfonate 용액 50 mL 첨가하여 40℃ 조건의 초음파 추출기(powerasonic 520, Hwashin Tech, Daegu, Korea)로 40분간 추출하였다. 이 추출액을 10,000 rpm에서 20분간 원심분리(3-30KS, Sigma Laborzentrifugen GmbH, Osterode, Germany)한 후 상등액을 취하여 filter paper(No.5B, 110 mm)로 여과하고, cellulose acetate 0.45 μm syringe filter(Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과하여 시험용액으로 사용하였다.

2.4. 비타민 B₁, B₃ 함량 분석 방법

비타민 B₁과 B₃의 분석을 위하여 HPLC/DAD(high performance liquid chromatography/diode array detector) 시스템을 이용하였다. HPLC는 Agilent 1100 series(Agilent Technologies Co., Palo Alto, CA, USA)와 동일 회사의 DAD를 사용하였고, 분석에는 Zorbax Eclipse Plus C18 column(4.6×250 mm, 5 μm, Agilent Technologies)을 사용하였다. Column oven 온도는 15-

20°C, detector의 wavelength는 270.4 nm로 분석하였다. 이동상 용매(mobile phase)는 acetic acid 0.75%와 triethylamine 0.02%를 함유한 5 mM sodium 1-hexanesulfonate 용액과 메탄올을 gradient elution 방법으로 진행하였고, 이동상의 gradient ratio는 Table 1, 2와 같다.

2.5. 분석 방법 검증

분석방법 검증을 위해 표준품을 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.5, 5, 10 µL/mL 농도로 제조한 후 HPLC 분석결과 얻어진

정량값을 이용하여 작성된 검량선으로 직선성을 검정하고 검출한계(limit of detection, LOD), 정량한계(limit of quantitation, LOQ)와 회수율(recovery rate)을 산출하였다. 분석법의 정확도 검증을 위해 SRM 3233(fortified breakfast cereal)을 QC material로 사용하여 3반복으로 분석하고, NIST에서 제시한 값과 본 연구에서 측정한 값을 비교하여 회수율과 상대표준편차를 구하였다. 또한, 비타민 분석데이터의 내부 분석 품질관리(in-house control)를 위해 씨리얼, 통밀, 밀가루가 혼합된 시료를 매회 분석하여 품질관리차트를 작성하였다. 통계치리는 95%(2×SD) 범위를 경고한계로, 99.7%(3×SD) 범위를 조절한계로 설정하였다.

Table 1. HPLC operating conditions for vitamin B₁ analysis

Items	Vitamin B ₁
Column temp.	20°C
Detector	UV 270.4 nm
Injection volumn	20 µL
Flow rate	1.0 mL/min
Mobile phase	(A) 5 mM sodium 1-hexanesulfonate 80: methanol 20 (acetic acid 0.75%, triethylamine 0.02%) (B) Methanol
Gradient condition	0 min: A 100% 19 min: A 100% 20 min: A 100% 41 min: A 100% 42 min: A 45% + B 55% 49 min: A 45% + B 55% 50 min: A 100%

3. 결과 및 고찰

3.1. 분석법 검증

비타민 B₁과 nicotinic acid, nicotinamide의 상관계수(R²)는 모두 1.0000으로 높은 직선성을 나타내었으며 검출한계(LOD), 정량한계(LOQ) 결과는 Table 3과 같다. 분석 정확도 검증을 위해 NIST 표준인증물질인 SRM 3233을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 비타민 B₁은 참값 6.02 mg/100 g과 비교했을 때 본 실험의 측정값의 회수율은 104.9%, coefficient of variation은 0.11%, 비타민 B₃는 nicotinic acid의 참값 2.28 mg/100 g, nicotinamide의 참값 79.9 mg/100 g의 회수율은 각각 97.3%, 99.19%이고, coefficient of variation은 1.99%, 0.81%로 data의

Table 2. HPLC operating conditions for vitamin B₃ analysis

Items	Nicotinic acid	Nicotinamide
Column temp.	15°C	15°C
Detector	UV 270.4 nm	UV 270.4 nm
Injection volumn	20 µL	20 µL
Flow rate	0.5 mL/min	1.2 mL/min
Mobile phase	(A) 5 mM sodium 1-hexanesulfonate (acetic acid 0.75%, triethylamine 0.02%) (B) Methanol	(A) 5 mM sodium 1-hexanesulfonate (acetic acid 0.75%, triethylamine 0.02%) (B) Methanol
Gradient condition	0 min: A 100% 12 min: A 100% 13 min: A 100% 42 min: A 100% 43 min: A 45% + B 55% 50 min: A 45% + B 55% 51 min: A 100%	0 min: A 100% 19 min: A 100% 20 min: A 100% 41 min: A 100% 42 min: A 45% + B 55% 49 min: A 45% + B 55% 50 min: A 100%

Table 3. Validation results for vitamin B₁ and B₃

Component		Calibration curve	Linearity ¹⁾	LOD ²⁾ (μg/mL)	LOQ ³⁾ (μg/mL)
Vitamin B ₁	Thiamin	y=46.787x+0.2802	1.0000	0.004	0.012
Vitamin B ₃	Nicotinic acid	y=335.92x+0.4314	1.0000	0.005	0.015
	Nicotinamide	y=88.529x+2.1255	1.0000	0.002	0.006

¹⁾Calibration range: 0.1–10 μg/mL, 7-point.

²⁾LOD, limit of detection.

³⁾LOQ, limit of quantitation.

Table 4. Recovery and coefficient of variation of vitamin B₁ and B₃ for SRM 3233

Component		Reference value ¹⁾ (mg/100 g)	Analysis value (mg/100 g)	Recovery ²⁾ (%)	Coefficient of variation (%)
Vitamin B ₁	Thiamin	6.02	6.32	104.9	0.11
Vitamin B ₃	Nicotinic acid	2.28	2.22	97.3	1.99
	Nicotinamide	79.90	79.26	99.19	0.81

¹⁾Reference value is the true value provided by National Institute of Standards and Technology (NIST).

²⁾Recovery test of vitamin B₁ and B₃ is the result of the standard addition method.

신뢰성이 확보되었다. 비타민 B₁과 B₃의 내부 분석 품질관리를 위해 품질관리시료(씨리얼, 통밀 및 밀가루 혼합물)를 7회 분석한 결과, 비타민 B₁은 0.755–0.775 mg/100 g, nicotinic acid는 1.729–1.863 mg/100 g, nicotinamide는 4.949–5.288 mg/100 g 범위로 검출되었으며, 획득된 값은 모두 경고한계 범위 내에 존재하여 지속적으로 양호한 분석 품질 수준을 유지하였다(Fig. 1).

3.2. 식물성 식품 자원의 비타민 B₁과 B₃ 함량

식물성 식품자원 42종(두류 8종, 과일류 13종, 버섯류 2종, 채소류 19종)의 비타민 B₁과 B₃ 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 총 11종에서 비타민 B₁이 0.071–0.884 mg/100 g 수준으로 검출되었다. 두류는 8종 모두에서 0.102–0.884 mg/100 g 수준으로 비타민 B₁이 검출되었다. 과일류는 애플망고에서만 0.071 mg/100 g이 검출되었으며, 버섯류는 각각 자연 건조한 꽃송이버섯에서 0.660 mg/100 g과 기계 건조한 양송이버섯에서 0.692 mg/100 g이 검출되었다.

비타민 B₃는 총 31종에서 0.145–13.883 mg/100 g 수준으로 검출되었다. 과일류는 총 9종에서 0.145–5.375 mg/100 g 수준으로 나타났으며, 적육종의 용과에서 가장 함량이 높게 검출되었다. 두류는 8종 모두에서 0.429–1.481

mg/100 g, 채소류는 총 12종에서 0.745–5.023 mg/100 g으로 검출되었으며, 식물자원 중 버섯류는 건조 양송이버섯에서 13.588 mg/100 g, 건조 꽃송이버섯에서 13.883 mg/100 g이 검출되었다. 주로 생것과 데침 조리를 통해 섭취하는 채소류의 경우는 여주, 쑥갓, 가지, 열무에서 데침 조리 전후 비타민 B₃의 감소율이 40.1–100%로 나타나 데침 조리과정 중에서 수용성 비타민의 손실이 발생한 것을 확인하였다.

3.3. 동물성 식품 자원의 비타민 B₁과 B₃ 함량

동물성 식품자원 36종(수산물 6종, 육류 30종)의 비타민 B₁과 B₃ 함량을 분석한 결과는 Table 6에 나타내었다. 총 27종에서 비타민 B₁은 0.031–10.055 mg/100 g 범위로 검출되었다. 비타민 B₁은 소고기 부위별로 0.031–0.184 mg/100 g, 닭고기는 0.066–10.055 mg/100 g, 오리고기는 0.159–0.375 mg/100 g, 돼지고기는 0.135–0.293 mg/100 g으로 검출되었다. 수산물 5종 중, 생매생이에서 비타민 B₁이 0.131 mg/100 g으로 가장 많이 검출되었다. 비타민 B₃는 매생이 2종을 제외한 34종에서 0.077–32.412 mg/100 g 범위로 검출되었다. 비타민 B₃는 소고기 부위별로 0.691–32.412 mg/100 g, 닭고기는 0.077–31.427 mg/100 g, 오리고기는 3.048–7.598 mg/100 g, 돼지고기

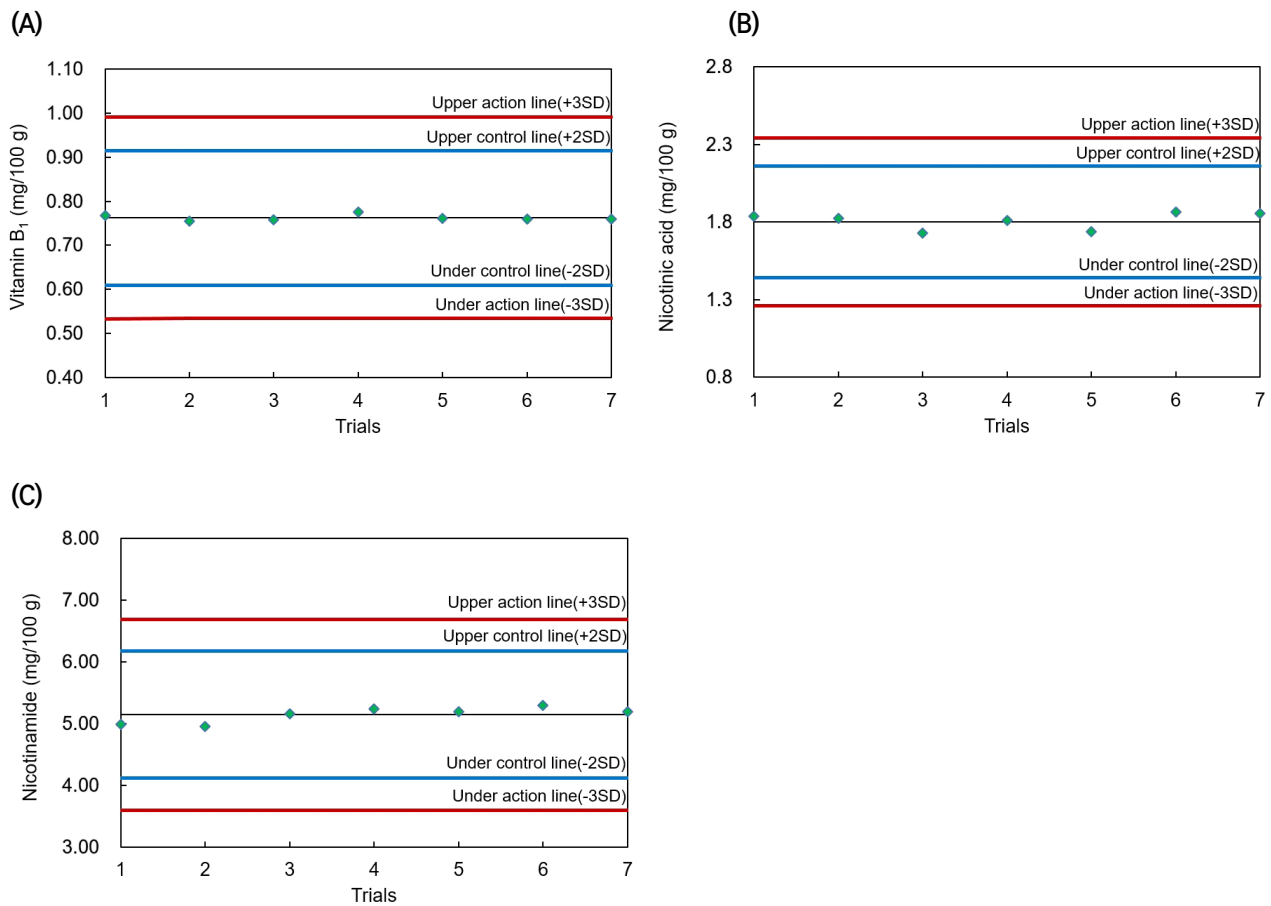


Fig. 1. Quality control charts of vitamin B₁ (A), nicotinic acid (B), nicotinamide and (C) analysis. Upper and lower control lines (mean±2SD, mean±3SD).

Table 5. Vitamin B₁ and B₃ contents in agro-foods

Samples			Vitamin B ₁ (mg/100 g)	Vitamin B ₃ ¹⁾ (mg/100 g)
Beans	Brown lentils	Dried	0.419±0.016 ³⁾	0.741±0.039
		Boiled	0.338±0.013	0.592±0.012
	Chick peas	Dried	0.196±0.003	0.767±0.022
		Boiled	0.102±0.002	0.434±0.015
	Kidney beans	Dried	0.329±0.020	0.796±0.038
		Boiled	0.237±0.014	0.429±0.008
	Pea	Dried	0.884±0.044	1.481±0.043
		Boiled	0.358±0.014	0.596±0.019
Fruits	Apple mango	Raw	0.071±0.005	0.252±0.008
	Blackberry	Raw	ND ²⁾	0.707±0.019
	Blackcurrant	Raw	ND	0.548±0.003
	Blueberry	Raw	ND	0.145±0.002

(continued)

Samples		Vitamin B ₁ (mg/100 g)	Vitamin B ₃ ¹⁾ (mg/100 g)
Cherry	Raw	ND	ND
Gold kiwi	Raw	ND	ND
Green kiwi	Raw	ND	ND
Korean melon	Raw	ND	ND
Dragon fruit (red-fleshed)	Raw	ND	5.375±0.651
Dragon fruit (white-fleshed)	Raw	ND	3.826±0.359
Quince	Raw	ND	2.095±0.079
Ripe persimmons	Raw	ND	1.287±0.027
Sweet persimmons	Raw	ND	1.569±0.064
Mushrooms	Button mushroom	Dried	0.692±0.012
	Cauliflower mushroom	Dried	0.660±0.011
Vegetables	Aloe	Raw	ND
	Balsam apple	Raw	2.508±0.130
		Blanched	1.502±0.029
	Cabbage	Raw	2.428±0.003
		Steamed	1.263±0.018
	Cilantro	Raw	ND
	Crown daisy	Raw	2.692±0.181
		Blanched	ND
	Eggplant	Raw	4.383±0.043
		Blanched	2.399±0.045
		Grilled	5.023±0.086
	Morning glory	Raw	ND
		Blanched	ND
	Pumpkin	Raw	1.083±0.010
		Boiled	0.820±0.047
	Young radish	Raw	2.297±0.010
		Blanched	0.745±0.019
	Zucchini	Raw	ND
		Grilled	ND

¹⁾Vitamin B₃: nicotinic acid + nicotinamide.²⁾ND, not detected.³⁾Mean±SD (n=3).

는 0.714-11.647 mg/100 g으로 검출되었다. 육류나 어패류는 비타민 B₃가 다량 함유되어 있는 비타민 B₃의 주요 급원식품이며(Kim과 Na, 2001), 비타민 B₃는 다른 수용성

비타민에 비해 열에 강하여 조리 방법에 의한 파괴가 적다고 보고되어 있다(Cho 등, 2019). 육류 조리 방법에 따른 비타민 함량 변화를 보면 소고기 양을 제외한 육류의 삶기 조리 전후

Table 6. Vitamin B₁ and B₃ contents in meats

Samples			Vitamin B ₁ (mg/100 g)	Vitamin B ₃ ¹⁾ (mg/100 g)
Beef	Blood (<i>sheonji</i>)	Raw	ND ²⁾	1.006±0.022 ³⁾
		Boiled	ND	0.691±0.045
	Liver (<i>gan</i>)	Raw	0.184±0.009	32.412±0.650
		Boiled	0.175±0.003	17.238±0.108
	Omasum (<i>cheonyeop</i>)	Raw	0.057±0.000	2.994±0.023
		Boiled	0.041±0.002	1.808±0.024
	Stomach (<i>yang</i>)	Raw	0.031±0.001	1.245±0.038
		Boiled	0.043±0.003	2.051±0.043
Chicken	Breast	Steak	0.164±0.006	14.366±0.054
		Smoked	0.702±0.009	31.427±0.179
	Feet (<i>dakba</i>)	Raw	ND	0.971±0.019
		Boiled	ND	0.322±0.007
	Heart (<i>simjang</i>)	Raw	6.105±0.036	0.080±0.002
		Boiled	4.055±0.065	0.077±0.000
		Roasted	10.055±0.191	0.154±0.005
	Neck (<i>moksai</i>)	Raw	0.076±0.000	11.254±0.181
		Boiled	0.066±0.000	7.192±0.008
	Tenderloin (<i>ansim</i>)	Raw	0.076±0.002	19.629±0.043
Boiled		0.109±0.001	14.245±0.327	
Duck	Roast	Boiled	0.159±0.002	3.048±0.107
		Grilled	0.375±0.009	7.598±0.288
	Smoked	Raw	0.220±0.001	4.312±0.129
		Grilled	0.346±0.014	5.981±0.131
Pork	Head (<i>meorigogi</i>)	Boiled	0.135±0.009	1.310±0.003
	Heart (<i>simjang</i>)	Boiled	0.139±0.005	3.101±0.107
	Liver (<i>gan</i>)	Boiled	ND	11.647±0.088
	Lung (<i>heopa</i>)	Boiled	ND	1.782±0.084
	Shoulder (<i>apdan</i>)	Boiled	0.293±0.003	3.693±0.068
	Small intestine (<i>sochang</i>)	Boiled	ND	0.714±0.010
	Stomach (<i>osorigamtu</i>)	Boiled	ND	1.662±0.068
Seafood	Dried squid	Raw	0.096±0.002	6.983±0.101
		Grilled	0.090±0.005	9.087±0.028
	Squid	Raw	0.033±0.003	2.450±0.049
		Blanched	ND	1.583±0.011
	Seaweed fulvescens	Raw	0.131±0.004	ND
		Boiled	0.111±0.007	ND

¹⁾Vitamin B₃: nicotinic acid + nicotinamide.²⁾ND, not detected.³⁾Mean±SD (n=3).

3.8-66.8%의 비타민 B₃ 감소량을 보였으며, 닭가슴살과 오리고기의 훈연과 굽는 조리 전후에는 27.9-59.9% 비타민 B₃ 함량이 증가하였다.

3.4. 가공식품의 비타민 B₁과 B₃ 함량

가공식품 57종(음료류 6종, 빵 8종, 햄 3종, 김치류 5종, 면류 10종, 식용유지 3종, 소금 1종, 소스 4종, 스프 7종, 당류 4종, 차류 6종)의 비타민 B₁과 비타민 B₃ 함량을 분석한 결과는 Table 7과 같다. 총 18종에서 비타민 B₁은 0.019-28.218 mg/100 g 범위로 검출되었다. 비타민 B₁은 음료류에서는 귤 주스에서 0.459 mg/100 g, 김밥용 햄에서는 0.274 mg/100 g, 배추김치에서는 0.033 mg/100 g으로 검출되었다. 면류는 건면 상태의 쫄면과 스파게티에서 각각

0.073 mg/100 g, 0.122 mg/100 g으로 검출되었다. 조리 전 가루 상태의 가공 스프에서는 비타민 B₁이 0.164-28.218 mg/100 g 범위로 검출되었으며, 라면스프에서 비타민 B₁이 가장 많이 검출되었다. 식용유지 3종, 소금 1종, 소스 4종, 당류 4종에서는 비타민 B₁이 검출되지 않았다. 수용성 비타민인 비타민 B₁은 조리과정뿐만 아니라 세척과정에서도 손실이 발생할 수 있다고 알려져 있으며(Cho 등, 2019), 고온 조리나 조리 시간이 길어지게 되면 활성이 급격히 줄어들고 pH에 따라 안정성의 차이를 보인다고 보고되고 있다. 하지만 단일 성분이 아닌 식품에서 비타민 B₁은 조직 내에서 여러 단백질과의 결합을 통해서 안정성을 유지할 수 있다고 보고되고 있어(Dwivedi와 Arnold, 1973), 수용성 비타민 B₁은 같은 식품군에서도 함량이 다양하게 나타나는

Table 7. Vitamin B₁ and B₃ contents in processed food

Samples			Vitamin B ₁ (mg/100 g)	Vitamin B ₃ ¹⁾ (mg/100 g)
Beverage	Carbonated water	Raw	ND ²⁾	ND
	Carrot juice	Raw	ND	1.170±0.010
	Coke	Raw	ND	ND
	Milk	Raw	ND	1.305±0.004
	Plain water	Raw	ND	ND
	Tangerine juice	Raw	0.459±0.003 ³⁾	0.114±0.001
Bread	Baguette	Raw	ND	3.808±0.035
	Cream bread	Raw	0.159±0.005	1.369±0.030
	Croissant	Raw	ND	5.761±0.055
	Garlic bread	Raw	0.243±0.005	2.782±0.093
	Loaf bread	Raw	0.349±0.019	0.473±0.022
		Toast	0.302±0.011	0.486±0.010
	Plain bagle	Raw	ND	5.447±0.053
	Wheat bread	Raw	0.163±0.001	1.140±0.042
Ham	For <i>gimbab</i>	Blanched	0.274±0.008	3.448±0.073
	Luncheon meat	Blanched	ND	3.366±0.052
		Grilled	ND	4.172±0.087
Kimchi	<i>Baechukimchi</i>	Raw	0.033±0.002	0.206±0.004
	<i>Chonggak kimchi</i>	Raw	ND	0.380±0.002
	<i>Dongchimi</i>	Raw	ND	ND
	<i>Kkakdugi</i>	Raw	ND	0.165±0.001
	<i>Yeolmu kimchi</i>	Raw	ND	0.366±0.002

(continued)

Samples			Vitamin B ₁ (mg/100 g)	Vitamin B ₃ ¹⁾ (mg/100 g)
Noodle	Chinese noodle	Wet noodle	ND	0.190±0.000
		Boiled	ND	0.131±0.003
	<i>Jjolmyeon</i>	Dried noodle	0.073±0.001	0.256±0.001
		Boiled	0.019±0.002	0.158±0.008
	<i>Kalguksu</i>	Dried noodle	ND	7.072±0.467
		Boiled	ND	0.864±0.067
	Spaghetti	Dried noodle	0.122±0.006	1.150±0.052
		Boiled	0.094±0.003	0.326±0.006
	<i>Udon</i>	Noodle	ND	0.750±0.014
		Boiled	ND	0.564±0.021
Oil	Olive	Raw	ND	ND
	Perilla	Raw	ND	ND
	Rice bran	Raw	ND	ND
Salt	Seasoned salt	Raw	ND	ND
Sauce	Balsamic vinegar	Raw	ND	ND
	Oyster	Raw	ND	0.254±0.009
	Teriyaki	Raw	ND	ND
	Worcester	Raw	ND	1.343±0.040
Soup	Beef	Powder	2.525±0.016	0.712±0.018
		Boiled	ND	0.211±0.006
	Corn	Powder	0.365±0.011	1.073±0.018
		Boiled	ND	0.211±0.006
	Cream	Powder	0.164±0.010	0.258±0.003
		Boiled	ND	0.089±0.004
	Ramen powder	Raw	28.218±0.555	0.715±0.014
Sugars	Dark brown sugar	Raw	ND	ND
	Oligosaccharide	Raw	ND	ND
	Starch syrup	Raw	ND	ND
	White sugar	Raw	ND	ND
Tea	Chamomile teabag	Infused	ND	0.401±0.001
	Cocoa	Diluted	0.392±0.000	2.617±0.056
	Milk tea	Raw	ND	0.304±0.018
	Peppermint teabag	Infused	ND	0.507±0.007
	<i>Ssanghwa</i> tea	Diluted	2.403±0.006	0.623±0.004
	<i>Yulmucha</i>	Diluted	ND	1.259±0.018

¹⁾Vitamin B₃: nicotinic acid + nicotinamide.²⁾ND, not detected.³⁾Mean±SD (n=3).

것으로 판단된다. 비타민 B₃는 총 43종에서 0.08-7.072 mg/100 g 범위로 검출되었다. 비타민 B₃ 함량은 음료류는 주스와 우유 3종에서 0.114-1.305 mg/100 g 범위로 검출되었으며, 빵류는 0.473-5.761 mg/100 g으로 식빵에서 가장 적고, 크로와상에서 함량이 가장 높게 나타났다. 비타민 B₃는 칼국수 건면에서 가장 많이 검출되었으며, 면류 10종에서는 0.13-7.072 mg/100 g 범위로 검출되었고, 삶은 조리 후에는 비타민 B₃ 함량이 모두 감소하는 것으로 나타났다. 가공 햄류는 3.366-4.172 mg/100 g, 동치미를 제외한 김치류 4종은 0.165-0.380 mg/100 g, 소스류에서는 굴소스가 0.254 mg/100 g, 우스터소스가 1.343 mg/100 g으로 검출되었으며, 가공 스프류는 0.089-1.073 mg/100 g, 차류에서는 0.304-2.617 mg/100 g 범위에서 검출되었다. 식용유지 3종, 소금 1종, 당류 4종에서는 비타민 B₃가 검출되지 않았다.

4. 요약

본 연구에서는 HPLC를 이용하여 국내 식품자원 135종의 비타민 B₁과 B₃ 함량을 분석한 결과, 비타민 B₁은 0.019-28.218 mg/100 g, 비타민 B₃는 0.077-32.412 mg/100 g 범위로 검출되었다. 식물성 식품자원 42종 중 비타민 B₁은 11종, 0.071-0.884 mg/100 g 범위로, 비타민 B₃는 31종, 0.145-13.883 mg/100 g 범위에서 검출되었다. 동물성 식품자원 36종 중 비타민 B₁은 27종, 0.031-10.055 mg/100 g 범위로, 비타민 B₃는 34종, 0.077-32.412 mg/100 g 범위에서 검출되었다. 가공식품은 57종 중 비타민 B₁은 18종, 0.019-28.218 mg/100 g 범위로, 비타민 B₃는 43종, 0.089-7.072 mg/100 g 범위에서 검출되었다. 식품자원 중 비타민 B₁은 가공식품인 라면스프에서 28.218 mg/100 g, 비타민 B₃는 소간에서 32.412 mg/100 g으로 가장 많이 함유하고 있었다. 본 연구에서 제시된 수용성 비타민인 비타민 B₁과 B₃ 함량 정보는 국가표준식품성분표에 기초자료로 제공되어 국민 영양 증진에 기여하고자 한다.

Acknowledgements

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(세부과제명: 국민식생활 밀착형 국가표준식품성분 DB를 위한 식품자원의 비타민 B₁

과 나이아신 분석, 과제번호: JP014537)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Lee SY. Methodology: Choi SR. Formal analysis: Han HA. Validation: Kim EJ. Writing - original draft: Lee SY. Writing - review & editing: Song EJ.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Song-Yee Lee (First & Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0002-4951-6580>

So-Ra Choi

<https://orcid.org/0000-0003-3501-2274>

Eun-Ju Song

<https://orcid.org/0000-0003-4616-6762>

Eun-Ju Kim

<https://orcid.org/0000-0002-2646-516X>

Hyun-Ah Han

<https://orcid.org/0000-0003-1351-7765>

References

- Boo CG, Cho SM, Jeong HY, Yoon SJ, Hong SJ, Heo SU, Kim Y, Shin EC. Investigation of water-soluble vitamin (B₁, B₂, B₃ and B₇) contents in beverages and confectionery. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 50, 551-561 (2021)
- Cho JJ, Hong SJ, Boo CG, Shin EC. Investigation of water-soluble vitamin (B₁, B₂ and B₃) contents in various roasted, steamed, stir-fried, and braised foods produced in Korea. *J Food Hyg Saf*, 34, 454-462 (2019)

- Cho JJ, Hong SJ, Boo CG, Shin EC. Investigation of water-soluble vitamin (B₁, B₂ and B₃) contents in rice, noodles and sauce. *J Food Hyg Saf*, 35, 398-410 (2020)
- Dwivedi BK, Arnold RG. Chemistry of thiamin degradation on food products and model systems. Review. *J Agric Food Chem*, 21, 54-60 (1973)
- Hur JY, Hwang IK. The stability of water-soluble and fat-soluble vitamins in milk by heat treatments. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 18, 487-494 (2002)
- Jeon J, Lee SH, Choi YM, Choung MG. Contents of water-soluble vitamin as thiamine, riboflavin, and niacin in husked and milled rice of Korean new bred cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 49, 961-968 (2020)
- Kim DS, Kim HS, Hong SJ, Cho JJ, Choi MJ, Heo SU, Lee J, Chung HJ, Shin EC. Investigation of water-soluble vitamin (B₁, B₂ and B₃) content in various rice, soups, and stews produced in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 50, 362-370 (2018)
- Kim GP, Hwang YS, Choung MG. Analysis of water soluble vitamin B₁, B₂ and B₃ contents in Korean traditional holiday foods. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 46, 944-951 (2017)
- Kim JY, Heo DW, Lee HJ, Lee YH. A case of thiamine (vitamin B₁)-deficient optic neuropathy associated with Wernicke's encephalopathy. *J Korean Ophthalmol Soc*, 54, 1954-1959 (2013)
- Kim Y, Na HJ. Food sources of thiamin, riboflavin, and niacin based on food composition table and national annual food supply data in food balance sheet. *Korean J Nutr*, 34, 809-820 (2001)
- Lim SH, Kim JB, Cho YS, Choi YM, Park HJ, Kim SN. National standard food composition tables provide the infrastructure for food and nutrition research according to policy and industry. *Korean J Food & Nutr*, 26, 886-894 (2013)
- MFDS. General analytical method: Codes 8.2.2.2.2. vitamin B₁, 8.2.2.2.5. niacin. Ministry of Food and Drug Safety. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>. Accessed Dec. 1, 2022.
- RDA. Guidelines for Developing Korean Food Composition Table/Database. 3rd ed, Rural Development Administration (2022)
- Yoon SR, Ryu JA, Chung N, Jang KS, Kim JS. Comparison of vitamin B₁, B₂ and niacin contents according to the cultivars of apple, peach and strawberry. *J Korean Appl Sci Technol*, 36, 1119-1127 (2019)