

국내 식품 중 밥류와 국(탕) 및 찌개류의 수용성 바이타민 B₁, B₂, 그리고 B₃ 함량 검토

김다솜¹ · 김희성¹ · 홍성준¹ · 조진주¹ · 최미정¹ · 허성욱¹ · 이주경¹ · 정혜정² · 신의철^{1,*}

¹경남과학기술대학교 식품과학부, ²전주대학교 한식조리학과

Investigation of water-soluble vitamin (B₁, B₂, and B₃) content in various rice, soups, and stews produced in Korea

Da-Som Kim¹, Hoe Sung Kim¹, Seong Jun Hong¹, Jin-Ju Cho¹, Mijung Choi¹,
Seong Uk Heo¹, Jookyong Lee¹, Haejung Chung², and Eui-Cheol Shin^{1,*}

¹Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology

²Department of Korean Culinary Arts, Jeonju University

Abstract A conventional Korean meal includes rice, soups, and stews. The current study investigated the content of water-soluble vitamins B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), and B₃ (niacin) in rice, soups and stews. Reliability of the method used in this study was confirmed based on a control chart. Rice contained 0.007-1.270 mg/100 g of thiamin, 0.010-0.172 mg/100 g of riboflavin, and 0.031-7.582 mg/100 g of niacin. Soups contained 0.036-0.586 mg/100 g of thiamin, 0.008-0.187 mg/100 g of riboflavin, and 0.026-9.456 mg/100 g of niacin. Stews contained 0.004-0.704 mg/100 g of thiamin, 0.022-0.214 mg/100 g of riboflavin, and 0.047-13.118 mg/100 g of niacin. Results of this study may be utilized as a basic database for nutritional content of a Korean meal.

Keywords: water-soluble vitamin, rices, soups, stews, database

서 론

바이타민은 고등동물의 성장, 신진 대사 및 성장에 꼭 필요한 미량원소로서 체내에서는 전혀 합성되지 않거나 또는 필요한 만큼 충분히 합성되지 않아서, 필요한 양을 얻기 위해서는 외부의 식품으로 공급받아야 하는 필수성분이다. 바이타민은 영양성분으로 작용하지는 않으나 조절작용을 통해서 인체 내에서 노화 방지, 항암효과, 그리고 대사활동에 도움을 주는 연구가 보고되고 있다. 특히 한식이 주된 식사생활인 한국인에게 바이타민, 특히 수용성 바이타민은 식품으로부터 공급받을 수 있는 중요한 영양소이다(Kim과 Na, 2001). 수용성 바이타민과 지용성 바이타민은 용해도에 따라서 분류하는데, 수용성 바이타민 중 가장 먼저 발견된 B₁은 티아민/싸이아민(thiamin)으로 명명되며, 체내의 각종 효소활성에 관여하면서, 당질/탄수화물 대사에 중요한 역할을 하는 바이타민으로 식욕 및 소화기능 자극과 신경기능 조절에 참여하는 바이타민으로 알려져 있다(Kwak 등, 2006). 바이타민 B₂는 리보플라빈(riboflavin)으로 명명되며, 그 기능으로는 성장촉진, 입안 점막 보호 및 체내 산화환원 작용에 기여한다. 리보플라빈

의 결핍 시 성장기 아동에게 성장을 방해하는 요인, 구내염, 설염, 그리고 구각염을 일으킬 수 있다고 알려져 있다(Ei-Hazmi와 Wasy, 1987). 나이아신(niacin)으로 불리는 바이타민 B₃는 열광소의 산화환원 작용에 역할을 하며, 말초혈관의 확장을 통해 혈액 순환을 촉진시키고, 콜레스테롤 함량을 감소시키는 역할을 한다. 나이아신의 결핍은 펠라그라(pellagra)라고 불리는 피부병, 흑설병, 그리고 점막 손상을 유발한다고 알려져 있다(Jackson과 Bums, 1974). 바이타민의 기능성에 대해서는 오랜 기간 동안 다양한 연구가 보고되고 있지만, 한식의 특성상 복잡하고 다양한 조리과정에 따른 바이타민의 잔존율에 대한 연구는 다소 부족함이 있다. 또한 다양한 화학적 형태에 따른 안정성의 변화 역시 실제적인 분석이 없는 상태에서는 예측값을 도출하기가 어렵다고 알려져 있다(Lee 등, 2005). 싸이아민의 경우 열에 불안정하여 100°C 이상의 가공조건에서 다른 수용성 바이타민 종류보다 높은 파괴율을 보인다고 알려져 있으며, 리보플라빈은 상대적으로 열에는 안정성을 보이지만, 알칼리 환경이나 자외선에서 쉽게 분해된다(Ahn, 1999). 그리고 나이아신은 싸이아민과 리보플라빈에 비해서는 상대적으로 우수한 안정성을 가지나 산과 알칼리 용액에서는 쉽게 가수분해 되는 문제를 안고 있다(Ahn, 1999). 한국의 전통 음식문화인 한식은 조리 특성상 열을 가하는 가공공정이 많아서 수용성 바이타민의 손실 우려가 있다. 일반적으로 수용성 바이타민은 지용성 바이타민에 비해서 열에 대한 안정성이 낮은 것으로 알려져 있다. 수용성 바이타민은 음식 재료의 손실을 위한 씻기와 데치는 과정에서 많은 양의 손실이 발생하며, 저장과정에서도 손실이 발생한다. 그래서 식품 중 수용성 바이타민은 매우 낮은 함량으로 존재하는 현실이다(Hur와 Hwang, 2002). 식품성

*Corresponding author: 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

Received May 23, 2018; revised July 23, 2018;

accepted July 24, 2018

본의 영양 정보는 여러 국가에서 소비되는 식품성분에 대한 정보를 제공하는 노력을 기울이고 있는데, 예를 들면 미국 농무성 (USDA, ARS Human Nutrition Research Center)에서는 미국 내에서 소비되고 있는 식품의 영양성분 함량에 관한 데이터베이스를 제시하고 있고, 일본에서는 시중 유통자료인 관련 학계 혹은 과학기술청 보고서 자료 등을 이용하여 실수요자 중심의 자료를 발간하고 있다(Choe 등, 2001). 우리나라도 국민들의 식사생활이 반영된 가공과 외식 식품에 함유되어 있는 식품영양성분 데이터베이스 구축을 위한 연구가 요구되고 있다(Kim 등, 2013).

따라서 본 연구에서는 국내에서 조리되어 식사생활에 이용되는 밥, 국(탕)과 찌개류가 가지는 수용성 비타민(B₁, B₂, 그리고 B₃)의 함량을 분석하였다. 이를 통해 한식을 주식으로 하는 국민 식사생활에서 섭취하는 수용성 비타민 함량에 대한 신뢰도 높은 데이터베이스 구축을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 시료는 국가실험실 관리시스템(National Laboratory System, NLS) 구축을 위해 식품의약품안전처와 영양 분석연구팀으로 구성된 연구기관에서 국내에서 가정식과 외식으로 가장 선호도와 섭취빈도가 높은 식품을 선정하여 실험에 사용하였다. 실험에 사용된 시료의 조리는 전주대학교 한식조리학과 정혜정 교수팀으로부터 진행이 되었으며, 조리법이나 재료선정은 식품의약품안전처의 통합협업시스템 “식품안전나라”에 공개 및 제시된 기준레시피를 이용하여 지역별 혹은 조리자의 조리방법이나 재료의 차이로 인해 생겨나는 실험값의 차이를 최대한 줄여 표준화된 실험값을 얻고자 하였다. 제공받은 총 57종의 시료로는 23종의 밥류(고추김밥, 채소김밥, 계란볶음밥, 닭고기덮밥, 소고기볶음밥, 참치볶음밥, 채소볶음밥, 돌솥비빔밥, 육회비빔밥, 수수밥, 영양돌솥밥, 완두콩밥, 기장잡곡밥, 보리잡곡밥, 서리태잡곡밥, 현미잡곡밥, 흑미잡곡밥, 차조밥, 찰밥, 채소밥, 콩나물밥, 팔밥, 그리고 하이라이스)와 22종의 국(탕)류(우거지곰탕, 굴국, 미역냉국, 두부달걀탕, 동태국, 된장국, 냉이된장국, 미역된장국, 콩나물된장국, 호박된장국, 호박잎된장국, 해물된장국, 무국, 홍합무국, 대합미역국, 멸치미역국, 새우미역국, 메밀묵국, 배추맑은국, 사골국, 새우탕, 그리고 재첩국) 그리고 12종의 찌개류(두부고추장찌개, 호박고추장찌개, 김치찌개, 어묵김치찌개, 냉이된장찌개, 달래된장찌개, 쇠고기된장찌개, 조개된장찌개, 콩나물된장찌개, 돼지고기찌개, 낙지전골, 그리고 오징어찌개)를 사용하였다. 전주대학교를 통해 조리가 완료된 모든 시료는 숙명여자대학교 NLS (National Lab System) 센터로 배송되어 식품성분의 분류와 식품 부위에 따른 실험값 차이 발생을 줄이기 위한 균질과정을 거쳐 냉동상태에서 배송 받아 -20°C 이하의 냉동 상태를 유지하면서 실험에 사용하였다. 냉동된 상태의 샘플은 냉장보관소(4°C)에서 25시간 서서히 해동과정을 거친 후 실험에 사용되어 해동과정에서 발생할 수 있는 비타민 손실을 최대한 줄이고자 하였다. 비타민 B₁, B₂ 및 B₃ 분석에 사용된 표준시약은 각각 싸이아민 염산염, 리보플라빈-5'아데닌이인산(FAD), 리보플라빈-5'인산(FMN), 리보플라빈, 니코틴산과 니코틴아미이드이며, 그 외에 실험에 사용된 모든 시약은 분석용 등급으로 Sigma-Aldrich Co. (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다.

추출 및 전처리

밥류, 국, 탕과 찌개 시료에 함유되어 있는 수용성 비타민 B₁

과 B₃의 추출방법은 Kim 등(2014)의 방법을 이용하였다. 즉 균질화된 검체 약 5 g에 5 mM 1-헥세인설포산소듐 용액을 25 mL 첨가하여 40°C 조건의 초음파 추출기(8510E-DTH, Branson, Danbury, CT, USA)로 30분간 추출하고, 이 추출액을 10분간 원심분리(15,000 rpm, Smart 15, Hanil, Seoul, Korea) 한 후 상층액을 취하여 0.45 µm 수용성 용매용 주사기 형태의 거름막(Whatman Inc., Maidstone, UK)으로 여과하여 분석용 시험 용액으로 사용하였다. 또한, 시료 중 비타민 B₂의 추출방법은 Kim 등(2014)과 식품공전(Food Codex)상에 기재되어 있는 비타민 분석법 1.2.2.3의 방법을 이용하였다(MFDS, 2011). 즉 균질화된 검체 약 5 g에 증류수를 50 mL 첨가한 후 80°C 조건에서 30분간 향온수조(SH-502, Seyoung Co., Incheon, Korea)에서 환류 추출하였다. 이 추출액을 Whatman No. 1 거름종이(Whatman Inc., Maidstone, UK)로 1차 여과 후 0.45 µm 수용성 용매용 주사기 형태의 거름막으로 2차 여과하여 분석의 시험용액으로 사용하였다.

HPLC를 이용한 기기분석

시료에 함유된 비타민 B₁과 B₃의 high performance liquid chromatography (HPLC)/diode array detector (DAD) 분석에는 Agilent 1100 infinity HPLC (Agilent Co., Santa Clara, CA, USA)를 사용하였고, 분석용 분리관은 YMC-Pack ODS AM (250 mm×4.6 mm, 5 µm, YMC-Korea Co., Seongnam, Korea)을 이용하였다. 분리관 온도는 40°C, 검출기 파장은 270 nm에서 진행하였다. 이동상 용매는 아세트산 0.75%와 트라이에틸아민 0.02%를 함유한 5 mM 1-헥세인설포산소듐(용매 A)과 메탄올(용매 B)을 선형적 농도기울기(linear gradient elution) 방식으로 분석을 진행했으며, 이동상의 용출비율은 0분 100% A용매, 8분 100% A용매, 20분 75% A용매:25% B용매, 30분 55% A용매:45% B용매, 31분 100% A용매, 45분: 100% A용매로 조절하였고, 흐름속도는 0.8 mL/min이었다. 한편 비타민 B₂의 HPLC/fluorometric detector (FLD) 분석에는 Agilent 1100 HPLC system (Agilent Co.)을 이용하였다. 분석용 분리관은 YMC-Pack Pro RS C₁₈ (250 mm×4.6 mm, 5 µm, YMC-Korea Co., Santa Clara, CA, USA)을 이용하였고, 분리관 온도는 40°C, 분석파장은 들뜸 파장(excitation) 445 nm 그리고 방출파장(emission) 530 nm의 범위에서 진행하였다. 이동상 용매는 75:25 (v/v) 비율의 10 mM 인산이 수소소듐(pH 5.5)과 메탄올 용매를 이용하여 흐름속도는 0.8 mL/min으로 이동상 용매간 혼합과 변경 없는 조건에서 실험을 진행하였다(Kim 등, 2017; MFDS, 2011).

비타민 함량 계산

시료 내의 비타민 함량은 표준품을 이용하여 아래의 계산식을 이용하여 함량을 확인하였다.

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

S: 시험용액중의 각 비타민 표준품의 농도(g/mL)

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수

분석품질 관리

분석품질관리는 분석품질관리도표(Quality Control Chart, QC 차트)를 통해 매회 분석값에 대한 신뢰도를 확인하였다. 분석품질을 확인하기 위한 시료는 영아조제식품(infant formula)을 활용하였다. 분석이 진행되는 10일간 매일 3반복씩 분석을 진행하여 각

각의 평균값을 제시하고 관리상한선(Upper Control Line, UCL)과 관리하한선(Lower Control Line, LCL)을 설정하였고, 조치상한선(Upper Action Line, UAL)과 조치하한선(Lower Action Line, LAL)을 제시하였다. 관리상한선과 하한선은 분석값의 평균값에 2배의 편차값을 더한 값이며, 조치상한선과 하한선은 분석값의 평균값에 3배의 편차값을 각각 더한 값을 이용하였다(Park 등, 2018).

통계처리

본 연구에서 보고된 실험값은 3회 반복을 통한 평균값과 표준편차로 나타내었고, 각각의 평균값은 SAS version 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하여 투키의 다중검정 (Tukey's multiple range test)을 통해 95% 범위에서 유의성을 제시하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

분석품질 관리

분석품질관리는 분석품질관리도표(QC 차트)를 통해 매회 반복 분석값에 대한 신뢰도를 제시하였고, Fig. 1에 나타내었다. QC 차트를 통해 싸이아민의 반복 분석의 결과를 보면 10회의 영아조제식품의 경우 평균 1.00 ± 0.05 mg/100 g의 함량으로 상대표준편차(RSD)는 4.86%로써 신뢰도를 가지는 범위인 10% 이내로 확인되었으며, 관리상한선(UCL)과 관리하한선(LCL)의 경우 각각 1.10 mg/100 g과 0.91 mg/100 g의 범위였으며, 조치상한선(UAL)과 조치하한선(LAL)의 경우 1.15 mg/100 g과 0.86 mg/100 g을 보였다. 10일간 매일 3반복을 통한 결과에서 조치상한선과 조치하한선을 초과하는 값이 확인되지 않아 싸이아민 분석에 대한 신뢰를 확인하였다(Fig. 1(A)). 리보플라빈의 경우 평균 1.87 ± 0.15 mg/100 g의 함량으로 RSD는 7.89%였으며, 관리상한선과 관리하한선의 경우 각각 2.17 mg/100 g과 1.58 mg/100 g의 범위였으며, 조치상한선과 조치하한선의 경우 2.32 mg/100 g과 1.43 mg/100 g을 보였고, 모든 값이 조치상한선과 조치하한선을 초과하는 값이 확인되지 않아 리보플라빈 분석에 대한 신뢰를 확인하였다(Fig. 1(B)). 나이아신의 반복 분석의 결과를 보면 10회의 영아조제식품의 경우 평균 7.58 ± 0.17 mg/100 g의 함량으로 RSD는 2.37%로써 10% 이내로 확인되었으며, 관리상한선과 관리하한선을 각각 7.93 mg/100 g과 7.23 mg/100 g의 범위였으며, 조치상한선과 조치하한선의 경우 8.10 mg/100 g과 7.06 mg/100 g을 나타내어 나이아신 역시 조치상한선과 조치하한선을 초과하는 값이 확인되지 않아 분석값에 대한 신뢰를 확인하였다(Fig. 1(C)). 일반적으로 QC 차트는 실험에 사용되는 시료가 분석되는 기간 동안 일내(intra-day)와 일간(inter-day) 분석에 대한 실험값을 제시하여 검증된 분석방법이 제대로 수행되었는지를 제공하며, 실험과정에서 발생 가능한 환경적인 문제, 분석기기의 오차, 그리고 실험자의 오차에 대한 종합적인 변수에 대한 변화를 제시하여 모든 실험값에 대한 종합적인 검증절차로 이용되고 있다(Park 등, 2018). 이러한 검증 과정을 통하여 본 연구에서 제시하는 실험값의 신뢰도를 검증할 수 있었다.

바이타민 B₁ 함량

국내에서 소비되는 한식 중 밥류, 국(탕)류, 그리고 찌개류에 존재하는 바이타민 B₁ (thiamin)의 함량을 Table 1에 나타내었다. 23종의 밥류에 함유된 싸이아민 함량은 수수밥(*Susubab*)에 존재하는 0.010 mg/100 g이 가장 낮은 함량을 나타내었고, 서리태잡곡밥(*Seoritaejapgokbab*)이 유의적으로 가장 높은 1.270 mg/100 g으

로 확인되었다($p < 0.05$). 그 중 참치볶음밥(*Chamchibbokeumbab*), 완두콩밥(*Wandukongbab*), 기장잡곡밥(*Kijangjapgokbab*), 흑미잡곡밥(*Heukmijapgokbab*), 채소밥(*Chaesobab*), 그리고 하이라이스(*Hirice*)에서는 싸이아민이 확인되지 않았다. 22종의 국(탕)의 경우 냉이된장국(*Naengidoenjangguk*)에서 가장 낮은 함량인 0.005 mg/100 g이 확인되었고, 사골국(*Sagolguk*)에서 가장 높은 함량인 0.586 mg/100 g이 확인되었다($p < 0.05$). 또한 미역냉국(*Miyuknaengguk*), 두부달걀탕(*Dubudalgaltang*), 콩나물된장국(*Kongnamuldoenjangguk*), 호박된장국(*Hobakdoenjangguk*), 해물된장국(*Haemuldoenjangguk*), 멸치미역국(*Myulchimiyukguk*), 새우미역국(*Saewoomiyukguk*), 배춧국(*Baechutguk*), 그리고 재첩국(*Jaechupguk*)에서는 싸이아민이 확인되지 않았다. 12종의 찌개류에서는 달래된장찌개(*Dalaendoenjangjijgae*)에서 가장 낮은 함량인 0.004 mg/100 g이었으며, 오징어찌개(*Ojingujijgae*)에서 가장 높은 함량인 0.704 mg/100 g이 확인되었다($p < 0.05$). 또한 우묵김치찌개(*Umukkimchijijgae*), 조개된장찌개(*Jogaendoenjangjijgae*), 그리고 콩나물된장찌개(*Kongnamuldoenjangjijgae*)에서는 싸이아민이 확인되지 않았다.

Kim과 Na(2001)의 보고에서 영양성분표를 기준으로 가식부 100 g 당 싸이아민이 높은 식품을 제시하였고, 그 중 상대적으로 가장 높은 싸이아민의 함량을 나타내는 식품은 건조 김(*laver*)으로써 1.20 mg/100 g의 함량을 보고하였고, 이러한 함량은 본 연구에서 제시한 서리태잡곡밥(*Seoritaejapgokbab*)의 1.270 mg/100 g과 유사한 함량을 보였다.

수용성 바이타민인 싸이아민은 조리 시 가열 온도나 조리 시간이 길어짐에 따라서 싸이아민 구조 내에 존재하는 양쪽 고리 구조와 메틸렌기 사이의 화학결합이 절단되면서 싸이아민의 활성을 잃게된다(Dwivedi와 Arnold, 1973). Hur와 Hwang(2002)의 보고에 따르면 온도에 따른 싸이아민의 영양 손실률에서 물의 끓는점인 100°C 정도의 온도범위에서의 가열은 비교적 안정하며, 살균온도인 121°C까지 상승하게 되면, 영양 손실률이 최대 35%까지 증가한다고 알려져 있다. 그러나 이러한 고온에 의한 싸이아민의 손실률의 결과는 단일 성분에 대한 결과값으로써 다양한 식품성분이 결합된 식품조직에 의해서 어느 정도까지는 보호될 수 있으며, 식품 내 다양한 단백질과의 결합을 통해서 안정화가 이루어질 수 있다고 보고되고 있다(Dwivedi와 Arnold, 1973). 또한 싸이아민은 pH 영역에 따라서 다양한 안정성을 보이는데, 산성 영역인 pH 2.0-4.0 영역에서 가장 안정성이 뛰어나며, pH 7.0 이상인 알칼리 환경에서는 오히려 안정성이 떨어진다는 보고가 있다(Dwivedi와 Arnold, 1973). 추가로 식품에서 싸이아민의 손실은 조리과정에서의 파괴뿐만 아니라 세척할 때 조리수에 의해서도 손실이 발생한다고 보고되고 있어 소량의 조리수와 가열시간을 단축할 경우 싸이아민의 잔존율을 높일 수 있다고 알려져 있다(Chung 등, 2016). 국내의 고온 다습한 기후는 양질의 쌀이 재배되는 우수한 기후를 가지고 있어 오랜 옛날부터 주식의 형태가 곡류를 중심으로 이루어 쌀과 곡식을 이용한 음식문화가 활발하다(Kim, 1985). 밥류의 취사조건에서 수분 보유 정도와 밥류의 감각 특성이 밀접한 관련이 있다고 알려져 있으며, 이러한 수분은 외부로 확산되면서 녹말을 호화시키는데 사용되어 녹말의 호화도와 연관이 있는 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 1995). 현미의 경우 벼에서 걸거를 제거한 것으로 쌀겨층이 수분의 침투를 어렵게 만들어서 호화도에 제한을 두게 만든다. 또한 백미의 도정과정에서 제거되는 쌀겨층에는 섬유소, 무기질, 그리고 수용성 바이타민(B₁)을 포함하고 있어 영양 손실률이 발생하게 되어 현미를 선호하는 식사습관이 증가하고 있는 추세이다. 또한 Kim 등(1995)의 보고에 의하면 취사 조건에 따른 쌀과 잡곡의 첨가에

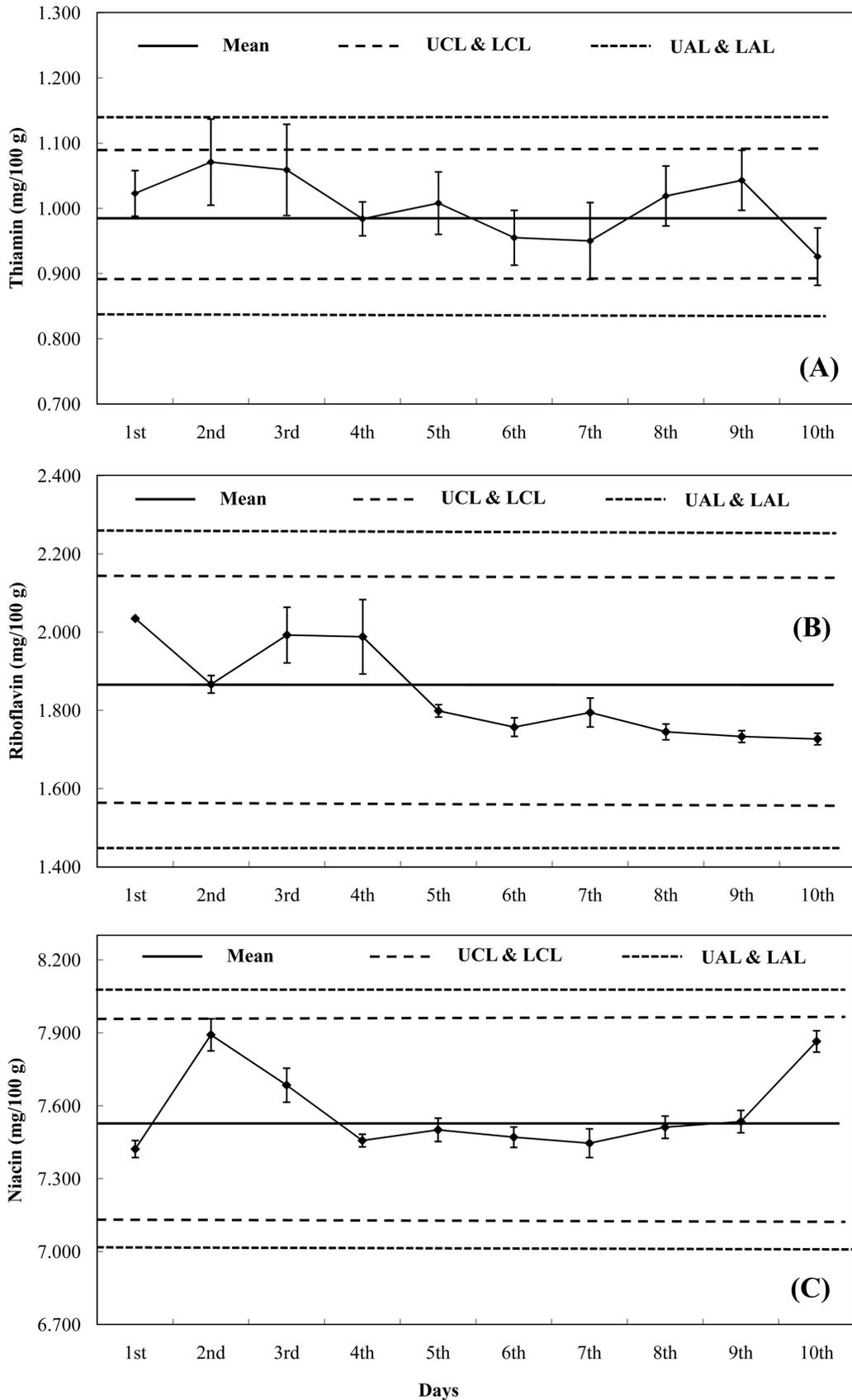


Fig. 1. Quality control charts of thiamin (A), riboflavin (B), and niacin (C) using an infant formula. UCL: Upper control line, LCL: Lower control line, UAL: Upper action line, and LAL: Lower action line

Table 1. Thiamin content in rice, soups, and stews

	Sample	Thiamin content (mg/100 g)
Rice	<i>Gochukimbab</i>	0.145±0.004 ^{c1)}
	<i>Chaesokimbab</i>	0.320±0.025 ^b
	<i>Dakkokikimbab</i>	0.144±0.003 ^{dc}
	<i>Gaeranbbokeumbab</i>	0.078±0.003 ^{fe}
	<i>Sokokibbokeumbab</i>	0.039±0.005 ^{hei}
	<i>Chamchibbokeumbab</i>	-
	<i>Chaesobbokeumbab</i>	0.036±0.002 ^{hi}
	<i>Dolsotbibimbab</i>	0.122±0.005 ^d
	<i>Yukhoibibimbab</i>	0.083±0.006 ^c
	<i>Susubab</i>	0.010±0.002 ^{ki}
	<i>Yungyangdolsotbab</i>	0.032±0.002 ^{hi}
	<i>Wandukongbab</i>	-
	<i>Kijangjapgokbab</i>	-
	<i>Borijapgokbab</i>	0.038±0.009 ^{hei}
	<i>Seoritaejapgokbab</i>	1.270±0.015 ^a
	<i>Hyunmijapgokbab</i>	0.075±0.001 ^{fe}
	<i>Heukmijapgokbab</i>	-
	<i>Chajobab</i>	0.024±0.003 ^{ki}
	<i>Chalbab</i>	0.007±0.001 ^{kl}
	<i>Chaesobab</i>	-
<i>Kongnamulbab</i>	0.058±0.002 ^{fg}	
<i>Patbab</i>	0.046±0.004 ^{hg}	
<i>Hirice</i>	-	
Soups	<i>Ukujigomtang</i>	0.098±0.002 ^d
	<i>Gulguk</i>	0.036±0.001 ^g
	<i>Miyuknaengguk</i>	-
	<i>Dubudalgaltang</i>	-
	<i>Dongtaeguk</i>	0.064±0.001 ^e
	<i>Doenjangguk</i>	0.208±0.002 ^b
	<i>Naengidoenjangguk</i>	0.005±0.001 ^h
	<i>Miyukdoenjangguk</i>	0.037±0.001 ^g
	<i>Kongnamuldoenjangguk</i>	-
	<i>Hobakdoenjangguk</i>	-
	<i>Hobakipdoenjangguk</i>	0.141±0.005 ^c
	<i>Haemuldoenjangguk</i>	-
	<i>Muguk</i>	0.053±0.003 ^f
	<i>Honghapmuguk</i>	-
	<i>Daehapmiyuguk</i>	0.036±0.001 ^g
	<i>Myulchimiyuguk</i>	-
	<i>Saewoomiyuguk</i>	-
	<i>Maemilmuguk</i>	0.203±0.006 ^b
	<i>Baechutguk</i>	-
	<i>Sagolguk</i>	0.586±0.005 ^a
<i>Saewootang</i>	0.046±0.004 ^f	
<i>Jaechupguk</i>	-	
Stews	<i>Dubugochujangjigae</i>	0.054±0.002 ^{cd}
	<i>Hobakgochujangjigae</i>	0.040±0.002 ^{ed}
	<i>Kimchijigae</i>	0.078±0.001 ^b
	<i>Umukkimchijigae</i>	-
	<i>Naengidoenjangjigae</i>	0.005±0.001 ^f
	<i>Dalaendoenjangjigae</i>	0.004±0.001 ^f
	<i>Sokokidoenjangjigae</i>	0.029±0.001 ^e
	<i>Jogaendoenjangjigae</i>	-
	<i>Kongnamuldoenjangjigae</i>	-
	<i>Doejigogijigae</i>	0.075±0.002 ^{cb}
	<i>Nakjjeongol</i>	0.090±0.001 ^b
<i>Ojingujigae</i>	0.704±0.025 ^a	

¹⁾All values are expressed as the mean±SD of triplicate determinations. Means with different superscripts(a-l) are significantly different at $p<0.05$ by a Tukey's multiple range test.

다른 다양한 변화가 보고되어 있는데, 취사 과정에서 발생하는 pH의 변화를 볼 때 쌀밥의 경우 취사과정에서 pH가 낮아졌다고 보고하였는데, 쌀밥의 경우 pH 5.8로서 산성을 나타내었으나, 보리, 콩과 팥을 첨가한 잡곡의 경우 취사 후 pH 6.66로 다소 증가하였다고 보고하였다(Kim, 1985). 또한 쌀밥의 경우 호화 팽창율이 1.7배 가량이었으나, 보리, 콩과 팥을 첨가한 잡곡의 경우 호화 팽창율이 2배로 증가하였다. 이러한 팽창율의 차이는 밥의 텍스처에도 영향을 미치며, 감각적인 부분과 영양소의 잔존율에도 영향을 미친다고 보고하였다(Kim 1985). 다양한 조리 방법에 따른 밥류의 수용성 바이타민 함량의 차이 역시 이러한 특성이 관여했을 것으로 판단된다. 국(탕)류와 찌개류와 같은 식품은 재료의 차이 뿐만 아니라 조리수의 조절과 가열시간의 차이로 인해 수용성 바이타민의 잔존율이 달라진다는 보고가 있다. 수용성 바이타민은 소량의 조리수와 짧은 조리시간을 통해서 파괴율을 줄일 수 있다는 보고가 있는 것으로 볼 때 각 식품의 조리법에 차이에 따라 다양한 수용성 바이타민의 함량에 영향을 미치는 것으로 판단된다(Chung 등, 2016). 우리나라의 쌀을 주식으로 하는 식생활에서 가장 중요한 요소는 결국 국(탕)과 찌개류이다. 숟가락을 사용하는 문화에서도 그러한 국물음식에 대한 중요성을 확인할 수 있다. 그로 인해 국물 전체의 간을 맞추기 위해 사용된 소금으로 인해 과잉의 염류 섭취를 초래하는 상황이 되었다(Park과 Kim, 2016). 짠맛은 짜게 먹을수록 기호도가 높아지고, 연령증가와 그 기호도는 증가하는 추세여서 염류 섭취에 따른 다양한 부작용은 계속적으로 심각해지는 결과를 초래하는 것이다(Matters 1984). 국(탕)과 찌개류에 존재하는 소듐(Na)의 경우 조리 전보다 조리(blanching)를 거친 후 함량이 증가한다는 보고 있으며(Kim 등, 2016), 염류와 수용성 바이타민의 손실률에 대한 직접적인 연관성에 대한 연구는 보도된 바가 없으나 국내의 국(탕)과 찌개류에 대한 염류의 높은 이유 중 하나를 해조류와 해산물의 비율이 높아서 그러한 결과를 초래한다고 알려져 있다(Kim 등, 2012). 본 연구에서 개별 식품에 대한 염도를 제시하는 않았지만, 염도에 따른 섭취량의 차이로 인해 실제 소비자들의 수용성 바이타민의 섭취량을 판단하는 하나의 기초자료로써 검토해 볼 필요도 있을 것으로 판단된다.

바이타민 B₂ 함량

국내에서 소비되는 한식 중 밥류, 국(탕)류, 그리고 찌개류에 존재하는 바이타민 B₂ (riboflavin)의 함량을 Table 2에 나타내었다. 23종의 밥류에 함유된 리보플라빈 함량은 보리잡곡밥(*Borijapgokbab*)이 0.010 mg/100 g로 가장 낮은 함량을 나타내었고, 닭고기김밥(*Dakkokikimbab*)이 유의적으로 가장 높은 0.172 mg/100 g으로 확인되었다($p<0.05$). 닭고기김밥은 FAD와 리보플라빈 함량 역시 가장 높은 함량으로 확인되었다($p<0.05$). 22종의 국(탕)의 경우 미역국(*Miyuknaengguk*)에서 가장 낮은 함량인 0.008 mg/100 g이 확인되었고, 굴국(*Gulguk*)에서 가장 높은 함량인 0.187 mg/100 g이 확인되었다($p<0.05$). 12종의 찌개류에서는 호박고추장찌개(*Hobakgochujangjigae*)에서 가장 낮은 함량인 0.022 mg/100 g이었으며, 콩나물된장찌개(*Kongnamuldoenjangjigae*)에서 가장 높은 함량인 0.214 mg/100 g이 확인되었다($p<0.05$). 57종의 전체시료에서 개별적으로 FAD, FMN, 그리고 리보플라빈의 미검출 시료가 있었으나, 바이타민 B₂ 전체 함량으로의 리보플라빈의 함량에 대한 미검출 시료는 존재하지 않았다.

안정성의 관점에서 리보플라빈은 산화와 고온에는 상대적으로 안정하다고 알려져 있으나 알칼리 환경, 가시광선 노출, 그리고 자외선에 의해 쉽게 분해된다고 알려져 있다(Chung 등, 2016). 또

Table 2. Riboflavin content in rices, soups, and stews

Sample	Content (mg/100 g)					
	FAD	FMN	Riboflavin	Riboflavin Eq. ¹⁾	Total	
Rice	<i>Gochukimbab</i>	0.001±0.001 ¹²⁾	0.023±0.001 ^d	0.062±0.002 ^b	0.081±0.002 ^{bc}	0.086±0.003 ^{de}
	<i>Chaesokimbab</i>	-	0.016±0.001 ^{def}	0.060±0.002 ^b	0.073±0.002 ^c	0.076±0.002 ^{ef}
	<i>Dakkokikimbab</i>	0.084±0.006 ^a	0.020±0.001 ^{de}	0.068±0.003 ^a	0.122±0.006 ^a	0.172±0.009 ^a
	<i>Gaeranbbokeumbab</i>	0.083±0.009 ^a	0.039±0.002 ^c	0.018±0.000 ^e	0.086±0.005 ^b	0.140±0.011 ^c
	<i>Sokokibbokeumbab</i>	0.029±0.003 ^d	0.079±0.007 ^a	0.051±0.003 ^c	0.127±0.004 ^a	0.159±0.007 ^b
	<i>Chamchibbokeumbab</i>	0.016±0.001 ^{e fgh}	0.004±0.001 ^{hij}	-	0.011±0.001 ^{hij}	0.021±0.001 ^{hijkl}
	<i>Chaesobbokeumbab</i>	-	-	0.061±0.001 ^b	0.061±0.001 ^d	0.061±0.001 ^g
	<i>Dolsotbibimbab</i>	0.041±0.001 ^c	0.014±0.001 ^{e fg}	0.036±0.002 ^d	0.065±0.002 ^d	0.090±0.002 ^d
	<i>Yukhoibimbab</i>	0.049±0.001 ^{bc}	0.005±0.001 ^{hij}	0.015±0.001 ^e	0.041±0.001 ^e	0.068±0.001 ^{fg}
	<i>Susubab</i>	0.010±0.001 ^{g hijk}	0.003±0.001 ^{hij}	0.001±0.001 ⁱ	0.008±0.001 ^{ij}	0.014±0.001 ^{kl}
	<i>Yungyangdolsotbab</i>	0.056±0.004 ^b	0.008±0.001 ^{gh}	-	0.031±0.002 ^f	0.063±0.004 ^g
	<i>Wandukongbab</i>	0.012±0.001 ^{g hij}	0.001±0.001 ^l	0.001±0.001 ⁱ	0.007±0.001 ^j	0.014±0.001 ^{kl}
	<i>Kijangjapgokbab</i>	0.008±0.001 ^{hijkl}	0.001±0.001 ^{hij}	0.002±0.001 ^{ghi}	0.007±0.001 ^j	0.011±0.001 ^{kl}
	<i>Borijapgokbab</i>	0.005±0.001 ^{ijkl}	0.001±0.001 ^j	0.004±0.001 ^{fghi}	0.007±0.001 ^j	0.010±0.001 ^l
	<i>Seoritaejapgokbab</i>	0.017±0.006 ^{e fg}	0.001±0.002 ^{ij}	0.006±0.003 ^{fg}	0.015±0.002 ^{ghi}	0.024±0.005 ^{hij}
	<i>Hyunmijapgokbab</i>	0.015±0.001 ^{fgh}	0.003±0.000 ^{hij}	0.004±0.001 ^{fghi}	0.013±0.001 ^{hij}	0.022±0.002 ^{hijk}
	<i>Heukmijapgokbab</i>	0.023±0.004 ^{def}	0.007±0.002 ^{ghi}	0.002±0.001 ^{hi}	0.018±0.003 ^{gh}	0.032±0.006 ^h
	<i>Chajobab</i>	0.013±0.001 ^{ghi}	0.002±0.001 ^{hij}	0.003±0.001 ^{ghi}	0.011±0.001 ^{hij}	0.019±0.001 ^{kl}
	<i>Chalbab</i>	0.003±0.001 ^{ijkl}	0.012±0.001 ^{fg}	0.006±0.001 ^{fgh}	0.017±0.001 ^{gh}	0.021±0.001 ^{hijkl}
	<i>Chaesobab</i>	0.010±0.001 ^{g hijk}	0.014±0.002 ^{fg}	0.008±0.001 ^f	0.023±0.002 ^g	0.031±0.003 ^{hi}
<i>Kongnamulbab</i>	0.003±0.001 ^{ijkl}	0.054±0.006 ^b	0.003±0.001 ^{ghi}	0.047±0.004 ^e	0.059±0.006 ^g	
<i>Patbab</i>	0.025±0.001 ^{de}	0.003±0.001 ^{hij}	0.003±0.001 ^{ghi}	0.016±0.001 ^{gh}	0.031±0.001 ^{hi}	
<i>Hirice</i>	0.010±0.001 ^{g hijk}	0.006±0.001 ^{hi}	0.002±0.001 ^{ghi}	0.011±0.001 ^{hij}	0.018±0.001 ^{kl}	
Soups	<i>Ukujigomtang</i>	0.003±0.001 ^{jk}	0.003±0.001 ^{ij}	0.035±0.001 ^{ab}	0.039±0.001 ^f	0.041±0.001 ^{fgh}
	<i>Gulguk</i>	0.116±0.003 ^a	0.063±0.001 ^b	0.008±0.007 ^{efg}	0.110±0.006 ^a	0.187±0.006 ^a
	<i>Miyuknaengguk</i>	0.008±0.001 ^{ijk}	-	-	0.004±0.001 ^m	0.008±0.001 ^m
	<i>Dubudalgyaltang</i>	0.036±0.006 ^d	0.030±0.004 ^f	0.040±0.001 ^a	0.080±0.006 ^{bc}	0.106±0.010 ^c
	<i>Dongtaeguk</i>	0.021±0.001 ^{fg}	0.004±0.001 ^{ij}	0.018±0.001 ^c	0.031±0.002 ^{fgh}	0.044±0.002 ^{fg}
	<i>Doenjangguk</i>	0.010±0.001 ^{hij}	0.003±0.001 ^{ij}	0.003±0.001 ^{fghi}	0.009±0.000 ^{kl}	0.015±0.000 ^{klm}
	<i>Naengidoenjangguk</i>	0.027±0.004 ^{ef}	0.041±0.001 ^d	0.016±0.002 ^{cd}	0.061±0.001 ^{de}	0.085±0.003 ^d
	<i>Miyukdoenjangguk</i>	0.033±0.001 ^{de}	0.030±0.001 ^f	0.014±0.001 ^{cde}	0.053±0.001 ^e	0.077±0.001 ^d
	<i>Kongnamuldoenjangguk</i>	0.061±0.004 ^c	0.032±0.001 ^f	0.019±0.001 ^c	0.071±0.002 ^{cd}	0.112±0.004 ^c
	<i>Hobakdoenjangguk</i>	0.009±0.001 ^{hij}	0.010±0.001 ^{ghi}	0.008±0.001 ^{ef}	0.020±0.001 ^{ij}	0.028±0.001 ^{hijk}
	<i>Hobakipdoenjangguk</i>	0.010±0.001 ^{hij}	0.007±0.001 ^{hi}	0.001±0.001 ^{fghi}	0.012±0.001 ^{kl}	0.018±0.001 ^{kl}
	<i>Haemuldoenjangguk</i>	0.011±0.001 ^{hi}	0.023±0.001 ^g	0.030±0.001 ^b	0.052±0.001 ^e	0.063±0.001 ^e
	<i>Muguk</i>	0.032±0.003 ^{de}	0.012±0.001 ^h	0.001±0.001 ^h	0.025±0.001 ^{ghi}	0.045±0.003 ^{fg}
	<i>Honghapmuguk</i>	0.016±0.004 ^{ghi}	0.020±0.001 ^g	0.005±0.008 ^{fgh}	0.028±0.011 ^{fghi}	0.041±0.013 ^{fgh}
	<i>Daehapmiyukguk</i>	0.020±0.001 ^{fg}	0.010±0.001 ^h	0.001±0.001 ^{gh}	0.018±0.001 ^{jk}	0.032±0.001 ^{ghij}
	<i>Myulchimi-yukguk</i>	0.022±0.003 ^{fg}	0.011±0.001 ^h	0.002±0.001 ^{fghi}	0.021±0.001 ^{hij}	0.035±0.003 ^{ghi}
	<i>Saewoomiyukguk</i>	0.008±0.001 ^{ijk}	0.002±0.001 ^j	0.001±0.001 ^{gh}	0.006±0.001 ^{lm}	0.010±0.001 ^{lm}
	<i>Maemilmukguk</i>	0.003±0.001 ^{jk}	0.001±0.001 ^j	0.020±0.001 ^c	0.021±0.001 ^{hij}	0.023±0.001 ^{ijkl}
	<i>Baechutguk</i>	0.084±0.005 ^b	0.050±0.003 ^c	0.005±0.001 ^{fghi}	0.082±0.003 ^b	0.139±0.005 ^b
	<i>Sagolguk</i>	-	0.036±0.004 ^{de}	0.009±0.001 ^{edf}	0.038±0.003 ^f	0.045±0.004 ^{fg}
	<i>Saewootang</i>	0.017±0.003 ^{gh}	0.088±0.002 ^a	0.034±0.001 ^{ab}	0.111±0.002 ^a	0.139±0.003 ^b
	<i>Jaechupguk</i>	0.020±0.004 ^{fg}	0.032±0.002 ^{ef}	-	0.035±0.001 ^{fg}	0.053±0.002 ^{ef}
	Stews	<i>Dubugochujangjigae</i>	0.061±0.003 ^c	0.032±0.001 ^b	0.042±0.001 ^a	0.094±0.001 ^b
<i>Hobakgochujangjigae</i>		-	0.004±0.002 ^f	0.018±0.002 ^{bc}	0.021±0.002 ^g	0.022±0.002 ^f
<i>Kimchijigae</i>		0.034±0.001 ^c	0.009±0.001 ^{ef}	0.013±0.001 ^d	0.036±0.001 ^{ef}	0.056±0.001 ^e
<i>Umukkimchijigae</i>		0.008±0.001 ^f	0.002±0.001 ^f	0.017±0.001 ^c	0.023±0.001 ^g	0.027±0.001 ^f
<i>Naengidoenjangjigae</i>		0.003±0.001 ^f	0.055±0.001 ^a	0.013±0.002 ^d	0.057±0.002 ^d	0.070±0.002 ^{de}
<i>Dalaedoenjangjigae</i>		0.003±0.001 ^f	0.060±0.008 ^a	0.007±0.003 ^{ef}	0.055±0.005 ^d	0.070±0.006 ^{de}
<i>Sokokidoenjangjigae</i>		0.036±0.008 ^e	0.016±0.001 ^{de}	0.010±0.001 ^{de}	0.039±0.004 ^{ef}	0.062±0.008 ^e
<i>Jogaedoenjangjigae</i>		0.049±0.001 ^{cd}	0.013±0.002 ^e	-	0.031±0.002 ^f	0.061±0.002 ^e
<i>Kongnamuldoenjangjigae</i>		0.184±0.011 ^a	0.026±0.002 ^{bc}	0.005±0.001 ^f	0.108±0.006 ^a	0.214±0.012 ^a
<i>Doejigogijigae</i>		0.039±0.001 ^{de}	0.023±0.001 ^{cd}	0.021±0.001 ^b	0.057±0.002 ^d	0.084±0.002 ^d
<i>Nakjijeongol</i>		0.074±0.001 ^b	0.020±0.001 ^{cd}	0.017±0.001 ^c	0.066±0.001 ^c	0.111±0.001 ^c
<i>Ojingujigae</i>	0.030±0.001 ^e	0.025±0.001 ^{bc}	0.009±0.001 ^e	0.042±0.001 ^e	0.063±0.001 ^e	

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 within a column (a-m) are significantly different at p<0.05 by a Tukey's multiple range test.

Table 3. Niacin content in rice, soups, and stews

	Sample	Content (mg/100 g)		
		Nicotinic acid	Nicotinamide	Total
Rice	<i>Gochukimbab</i>	1.144±0.001 ^c	0.222±0.003 ^e	1.366±0.003 ^c
	<i>Chaesokimbab</i>	1.061±0.080 ^c	0.161±0.010 ^{ef}	1.222±0.086 ^{dc}
	<i>Dakkokikimbab</i>	-	0.164±0.005 ^{ef}	0.164±0.005 ^{ih}
	<i>Gaeranbbokeumbab</i>	-	0.398±0.016 ^d	0.398±0.016 ^{fhg}
	<i>Sokokibbokeumbab</i>	6.821±0.499 ^a	0.761±0.030 ^b	7.582±0.528 ^a
	<i>Chamchibbokeumbab</i>	0.228±0.008 ^{gh}	0.460±0.015 ^c	0.689±0.023 ^{fe}
	<i>Chaesobbbokeumbab</i>	0.703±0.007 ^{de}	0.020±0.001 ^l	0.723±0.007 ^{fe}
	<i>Dolsotbibimbab</i>	-	0.179±0.003 ^f	0.179±0.003 ^{ih}
	<i>Yukhoibimbab</i>	-	0.103±0.019 ^j	0.103±0.019 ^{ih}
	<i>Susubab</i>	0.161±0.003 ^{gh}	-	0.161±0.003 ^{ih}
	<i>Yungyangdolsotbab</i>	0.217±0.002 ^{gh}	0.025±0.002 ^{kl}	0.242±0.003 ^{juh}
	<i>Wandukongbab</i>	0.306±0.003 ^{gh}	0.020±0.000 ^{kl}	0.326±0.003 ^{ihg}
	<i>Kijangjapgokbab</i>	0.203±0.005 ^{gh}	-	0.203±0.005 ^{ih}
	<i>Borijapgokbab</i>	0.357±0.002 ^{ef}	0.028±0.007 ^{kl}	0.385±0.008 ^{fhg}
	<i>Seoritaejapgokbab</i>	0.012±0.003 ^h	0.055±0.004 ^{kj}	0.066±0.006 ^{ih}
	<i>Hyunmijapgokbab</i>	0.610±0.007 ^{fe}	0.066±0.001 ^j	0.676±0.007 ^{fe}
	<i>Heukmijapgokbab</i>	0.187±0.002 ^{gh}	0.141±0.000 ^{gh}	0.328±0.003 ^{ihg}
	<i>Chajobab</i>	-	-	-
	<i>Chalbab</i>	-	0.031±0.001 ^{klj}	0.031±0.001 ^{ji}
	<i>Chaesobab</i>	1.547±0.036 ^b	1.207±0.030 ^a	2.754±0.014 ^b
	<i>Kongnamulbab</i>	1.019±0.038 ^{dc}	0.148±0.003 ^{gh}	1.167±0.038 ^{dc}
	<i>Patbab</i>	0.817±0.092 ^{de}	0.120±0.007 ^h	0.937±0.099 ^{de}
	<i>Hirice</i>	0.098±0.002 ^{gh}	-	0.098±0.002 ^{ih}
Soups	<i>Ukujigomtang</i>	-	-	-
	<i>Gulguk</i>	-	0.013±0.001 ^{kj}	0.013±0.001 ^{lk}
	<i>Miyuknaengguk</i>	0.026±0.001 ^k	-	0.026±0.001 ^{lk}
	<i>Dubudalgvaltang</i>	0.680±0.012 ^h	0.145±0.001 ^{gih}	0.826±0.011 ^g
	<i>Dongtaeguk</i>	0.158±0.004 ⁱ	0.193±0.004 ^{ef}	0.352±0.007 ^h
	<i>Doenjangguk</i>	2.235±0.061 ^d	7.220±0.102 ^a	9.456±0.158 ^a
	<i>Naengidoenjangguk</i>	3.849±0.025 ^c	0.162±0.005 ^{gh}	4.011±0.025 ^d
	<i>Miyukdoenjangguk</i>	-	-	-
	<i>Kongnamuldoenjangguk</i>	1.344±0.010 ^f	0.354±0.002 ^d	1.699±0.012 ^e
	<i>Hobakdoenjangguk</i>	1.476±0.029 ^e	0.127±0.007 ^{gh}	1.603±0.035 ^e
	<i>Hobakipdoenjangguk</i>	-	0.021±0.001 ^{kj}	0.021±0.001 ^{lk}
	<i>Haemuldoenjangguk</i>	8.372±0.137 ^a	0.431±0.008 ^c	8.803±0.131 ^b
	<i>Muguk</i>	0.682±0.008 ^h	0.275±0.003 ^e	0.957±0.011 ^g
	<i>Honghapmuguk</i>	1.162±0.003 ^g	-	1.162±0.003 ^f
	<i>Daehapmiyukguk</i>	-	0.203±0.001 ^f	0.203±0.001 ^{ij}
	<i>Myulchimiyeukguk</i>	0.048±0.003 ^{ik}	-	0.048±0.003 ^{lk}
	<i>Saewoomiyukguk</i>	0.222±0.001 ⁱ	-	0.222±0.001 ^{ih}
	<i>Maemilmukguk</i>	-	0.026±0.001 ^{kj}	0.026±0.001 ^{lk}
	<i>Baechutguk</i>	0.141±0.003 ^{ji}	0.012±0.001 ^{kj}	0.153±0.003 ^{ijk}
	<i>Sagolguk</i>	4.438±0.022 ^b	0.603±0.005 ^b	5.040±0.025 ^c
	<i>Saewootang</i>	-	0.078±0.005 ^{ij}	0.078±0.005 ^{ijk}
	<i>Jaechupguk</i>	-	0.095±0.001 ^{ih}	0.095±0.001 ^{ijk}
	Stews	<i>Dubugochujangjigae</i>	-	0.487±0.036 ^d
<i>Hobagochujangjigae</i>		3.304±0.022 ^c	0.110±0.002 ^g	3.414±0.022 ^c
<i>Kimchijigae</i>		-	0.628±0.003 ^c	0.628±0.003 ^f
<i>Umukkimchijigae</i>		-	0.100±0.006 ^g	0.100±0.006 ⁱ
<i>Naengidoenjangjigae</i>		3.725±0.058 ^b	0.170±0.004 ^f	3.895±0.060 ^b
<i>Dalaedoenjangjigae</i>		12.978±0.028 ^a	0.140±0.012 ^{ef}	13.118±0.028 ^a
<i>Sokokidoenjangjigae</i>		-	0.338±0.001 ^e	0.338±0.001 ^h
<i>Jogaedoenjangjigae</i>		0.182±0.002 ^d	0.168±0.004 ^f	0.35±0.005 ^h
<i>Kongnamuldoenjangjigae</i>		-	0.028±0.001 ^h	0.028±0.001 ⁱ
<i>Doejigogijigae</i>		-	1.365±0.030 ^a	1.365±0.030 ^d
<i>Nakjjeongol</i>		0.098±0.002 ^e	1.064±0.022 ^b	1.162±0.020 ^e
<i>Ojingujigae</i>		-	0.047±0.001 ^h	0.047±0.001 ⁱ

¹⁾All values are expressed as the mean±SD of triplicate determinations. Means with different superscripts within a column (a-l) are significantly different at $p<0.05$ by a Tukey's multiple range test.

한 리보플래빈은 식품내에서 강력한 산화제로써 작용을 하는데, 수소 이온과 같은 라디칼에 공격받기 쉬운 구조로 이루어져 있어(Fujimake와 Morita, 1968), 환원제에 의해서 다이하이드로리보플래빈(dihydroriboflavin)으로 가역적으로 환원되며, 식품 내에서 각종 단백질과의 결합으로 인해 보결 분자단을 보호할 수 있는 구조로 이루어져 있다. 또한 외부의 화학적 에너지에 대해서는 상대적으로 안정하다고 알려져 있다. Lee 등(2005)에 의하면 리보플래빈이 온도에 의한 바이타민 분해속도에 대한 연구에서 상대적으로 우수하다고 보고하였으며, 추가적으로 습도에 대한 민감성 역시 다른 수용성 바이타민에 비해서 우수하다고 보고하였다. 특히 FMN과 FAD의 경우 산성영역(pH 5.0 이하)에서는 리보플래빈으로의 전환도 쉽게 이루어진다고 보고되고 있다(Russel과 Vanderslice, 1990). 바이타민 B₂의 경우 결핍증에 대한 문제가 다른 수용성 단백질에 비해 빈도가 낮아 섭취에 대한 관심도가 높지는 않으나, 기능적인 부분으로 볼 때, FMN과 FAD의 경우 지방질대사에 기여하는 바이타민이라 결핍 시 지방산의 산화가 저하되며, 그로인해 간에 중성지방 축적량이 증가하고, 혈청과 간에서 리놀렌산, 리놀렌산, 그리고 아라키돈산의 농도가 낮아지면서 여러 가지 부작용을 야기시킨다(Hoppel 등, 1979). 또한 Shaw와 Phillips(1941)의 보고에서 리보플래빈의 결핍된 쥐에서 중추신경계와 말초신경계의 수초의 퇴화현상을 확인하였고, 이러한 원인을 필수지방산의 결핍으로 인한 지방질 대사에 따른 문제라고 보고하였다. 이같이 리보플래빈은 인간과 동물의 몸 속에서 신경전달물질의 대사와 관여하기 때문에 결핍증상이 발생되지 않도록 충분한 섭취가 이루어져야 하는 바이타민으로 판단된다.

바이타민 B₃ 함량

국내에서 소비되는 한식 중 밥류, 국(탕)류, 그리고 찌개류에 존재하는 바이타민 B₃ (niacin)의 함량을 Table 3에 나타내었다. 23종의 밥류에 함유된 나이아신 함량은 찰밥(Chalbab)에 존재하는 0.031 mg/100g이 가장 낮은 함량을 나타내었고, 소고기볶음밥(Sokokibbokeumbab)이 유의적으로 가장 높은 7.582 mg/100g으로 확인되었다(p<0.05). 22종의 국(탕)의 경우 미역냉국(Miyuknaeng-guk)과 메밀무국(Maemilmukguk)에서 가장 낮은 함량인 0.026 mg/100g이 확인되었고, 된장국(Doenjangguk)에서 가장 높은 함량인 9.456 mg/100g이 확인되었다(p<0.05). 12종의 찌개류에서는 콩나물된장찌개(Kongnamuldoenjangjijae)에서 가장 낮은 함량인 0.028 mg/100g이었으며, 달래된장찌개(Dalaendoenjangjijae)에서 가장 높은 함량인 13.118 mg/100g이 확인되었다(p<0.05). 57종의 전체시료에서 개별적으로 니코틴산(nicotinic acid)와 니코틴아마이드(nicotinamide)의 미확인 시료가 있었으나, 바이타민 B₃ 전체 함량으로의 나이아신의 함량에서 미확인 시료는 존재하지 않았다.

헤테로고리 피리미딘 링의 구조를 가진 나이아신은 매우 안정하고 외부 에너지에 대해서 손실률이 낮은 바이타민으로 알려져 있다. 식품 내에서 산화를 유도하는 자유라디칼을 만들어 내는 물질들은 나이아신과의 반응에 앞서 바이타민 B₂인 리보플래빈과 같은 더욱 강한 산화제나 기타 식품성분에 의해 먼저 산화가 진행되어 나이아신의 손상은 매우 낮다고 보고되고 있다(Bruhlmann과 Hayon, 1974). 또한 나이아신아마이드의 경우 식품 중에서 자유형태 또는 뉴클레오타이드와 결합한 형태로 존재하며, 외부의 열, 빛, 산, 염기와 산화에 매우 강한 특성을 가지고 있다고 알려져 있다. 또한 Ahn(1999)의 연구에서도 나이아신은 다른 수용성 바이타민에 비하여 식품의 가공 중에 발생하는 열처리와 데치기에 대해 안정적인 구조를 띠고 있어 조리과정에서 손실률이 낮다고 보고하였다.

요 약

국내 식생활의 가장 기본적인 구성요소인 밥류, 국(탕)류, 그리고 찌개류에 존재하는 다양한 영양성분 중 수용성 바이타민인 B₁ (thiamin), B₂ (riboflavin), 그리고 B₃ (niacin)의 함량을 확인하였다. 밥류의 경우 가공방법에 따른 열처리의 조건이 다양한 수용성 바이타민의 함량을 나타내었고, 국(탕)의 경우 전체적으로 높은 수분함량으로 영양성분의 희석효과가 확인되었고, 찌개의 경우 주재료로 사용된 재료에 따라 다양한 바이타민의 함량을 나타내었다. 본 연구 결과는 국민 식사생활의 영양성분 데이터베이스의 중요한 기초자료로 활용될 것으로 판단되며, 기본 재료가 가진 영양성분의 함량이 가공조건에 따라서 다양한 잔존율을 보인다는 것을 제시하였다. 계속적인 연구를 통하여 셀 수 없이 다양하게 존재하는 한식의 영양성분에 대한 데이터베이스화를 통해 국민 식사생활 개선을 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

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

References

Ahn MS. A study on the changes in physico-chemical properties of vegetables by Korean traditional cooking methods. Korean J. Diet. Cult. 14: 177-188 (1999)

Bruhlmann U, Hayon E. One-electron redox reaction of water soluble vitamins. I. Nicotinamide (vitamin B₃) and related compounds. J. Am. Chem. Soc. 96: 6169-6175 (1974)

Choe JS, Chun HK, Park HJ. International comparison of food composition table. Korean J. Commun. Living Sci. 12: 119-135 (2001)

Chung HK, Yoon KS, 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)

Dwivedi BK, Arnold RG. Chemistry of thiamin degradation in food products and model systems. Review. J. Agr. Food Chem. 21: 54-60 (1973)

Ei-Hazmi MAF, Warsy AS. Riboflavin status in a Saudi population: A study in Riyadh. Ann. Nutr. Metab. 31: 253-258 (1987)

Fujimake M, Morita M. Radiation chemistry of foods. I. Reaction rate constants of some foods constituents with hydrated electrons and hydroxyl radical. Agric. Biol. Chem. 32: 574-579 (1968)

Hoppel C, Dimarco JP, Tandler B. Riboflavin and rat hepatic cell structure and function, mitochondrial oxidative metabolism in deficiency states. J. Biol. Chem. 254: 4164-4170 (1979)

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)

Jackson JA, Bums MJ. Effects of cystine, niacin and taurine on cholesterol concentration in the Japanese quail with comments on bile acid metabolism. Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol. 48: 61-68 (1974)

Kim KJ. A study on the staple food in Korea. Korean J. Soc. Food Sci. 1: 40-44 (1985)

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. 46: 944-951 (2017)

Kim HG, Hwang JB, Kim SN, Choi YM, Kim SM, Han HK, Yang MR, Kim HR. Changes of nutrient composition and retention rate of sweet pepper by different types and blanching method. Korean J. Food Cook. Sci. 32: 433-440 (2016)

Kim KA, Jung LH, Jeon ER. Effect of cooking condition on the eating quality of cooked brown rice. Korean J. Soc. Food Sci. 11: 527-535 (1995)

- Kim GP, Lee J, Ahn KG, Hwang YS, Choi Y, Chun J, Chang WS, Choung MG. Differential responses of B vitamins in black soybean seeds. *Food Chem.* 153: 101-108 (2014)
- Kim YN, Na HJ. Food sources of thiamin, riboflavin, and niacin based food composition table and national annual food supply data in food balance sheet. *J. Nutr. Health* 34: 809-820 (2001)
- Kim JY, Park, SR, Shin JA, Chun JY, Lee SJ, Yeon JY, Lee WY, Lee KT. β -Carotene and retinol contents in *bap*, *guk* (tang) and *jjigae* of eat-out Korean foods. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 42: 1958-1965 (2013)
- Kim HS, Woo MJ, Kim HJ, Song YO. Constitution of formal and informal meals consisting of traditional local foods in Busan, Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 1467-1474 (2012)
- Kwak BM, Kim SH, Kim KS, Lee KW, Ahn JH, Jang CH. Composition of vitamin A, E, B1 and B2 contents in Korean cow's raw milk in Korea. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 26: 245-251 (2006)
- Lee JH, Kim SG, Lee DU, Park SJ, Lee JH, Lee KP, Kim DS, Choi SW, Baik MY. Effects of temperature and relative humidity on water soluble vitamin contents in commercial vitamin tablet. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 1028-1034 (2005)
- Matters RD. Salt taste and hypertension: A critical review of the literature. *J. Chron. Dis.* 37: 195-208 (1984)
- MFDS. Korea Food Code. Ministry of Food and Drug Safety, Osong, Korea. pp. 10.1.73-10.1.86 (2011)
- Park HN, Kim SM. Salinity monitoring of soups of the institutions enrolled at center for children's foodservice management. *J. East Asian Soc. Diet Life* 26: 507-516 (2016)
- Park SH, Song WJ, Chun JY. Analysis of cholesterol, retinol, β -carotene, and vitamin E contents in regional food south Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 47: 429-439 (2018)
- Russel LF, Vanderslice JT. A comprehensive review of vitamin B₂ analytical methodology. *J. Micronutr. Anal.* 8: 257-310 (1990)
- Shaw JH, Phillips PH. The pathology of riboflavin deficiency in the rat. *J. Nutr.* 22:345-358 (1941)