

## HPLC를 이용한 지역 농산물의 비타민 B<sub>6</sub> 함량 분석

†최소라 · 송은주 · 송영은 · 최민경 · 한현아 · 이인석 · 신소희 · 이기권 · 최용민\* · 김행란\*  
전라북도농업기술원 농식품개발과, \*농촌진흥청 국립농업과학원 기능성식품과

### Determination of Vitamin B<sub>6</sub> Content using HPLC in Agricultural Products cultivated in Local Areas in Korea

†So-Ra Choi, Eun-Ju Song, Young-Eun Song, Min-Kyung Choi, Hyun-Ah Han, In-Sok Lee, So-Hee Shin, Ki-Kwon Lee, Young-Min Choi\* and Haeng-Ran Kim\*

*Agri-Food Development Division, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea*

*\*Functional Food and Nutrition Division, National Academy of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea*

#### Abstract

Contents of water soluble vitamin B<sub>6</sub> in a total of 62 agricultural products cultivated in local areas in Korea were analyzed by high performance liquid chromatography with fluorescence detector (HPLC/FLD). To verify the method of vitamin B<sub>6</sub> analysis, a quality control chart was formulated with in-house control using a mixture of broccoli and shiitake mushrooms. Among cereals, high content of vitamin B<sub>6</sub> measured 234.3~260.3 µg/100 g in dried mung bean and soybean. Vitamin B<sub>6</sub> content of non-glutinous and glutinous black rice measured 105.0 µg/100 g and 129.7 µg/100 g, respectively. In vegetables, high content of vitamin B<sub>6</sub> were measured in passion fruit (104.3 µg/100 g), gat (55.7~84.3 µg/100 g), gomchwi (31.3~88.0 µg/100 g) and garlic (72.7~98.3 µg/100 g). Among fruits, gold kiwi 'Zespri' and green kiwi 'Hayward' revealed high vitamin B<sub>6</sub> content of 116.3 µg/100 g and 78.7 µg/100 g, respectively. In persimmons, daebongsi had high vitamin B<sub>6</sub> content (36.0~72.7 µg/100 g) than bansi and sweet persimmon. Vitamin B<sub>6</sub> content in dried jujube and persimmon increased more than 86.7 µg/100 g compared to fresh materials. Among specialty crops, green tea powder (64.7~251.0 µg/100 g) and sansuyu (172.3 µg/100 g) revealed high content. Of mushrooms, vitamin B<sub>6</sub> content of *Sparassis crispa* (139.3 µg/100 g) was the highest. Vitamin B<sub>6</sub> content information of agricultural products in local areas in Korea collected from this experiment will be used as valuable preliminary data for grasp national nutritional status.

Key words: HPLC, local agricultural products, vitamin B<sub>6</sub> content

#### 서 론

비타민 B<sub>6</sub>는 생물학적으로 활성화된 모든 비타민 B<sub>6</sub>를 지칭하며, 피리독신(pyridoxine), 피리독살(pyridoxal), 피리독사민(pyridoxamine)과 또는 각각의 인산화 형태로 존재한다(Youn HS 2005; Cho YO 2010). 여러 가지 유도체로 흡수된 비타민 B<sub>6</sub>의 대부분은 간으로 운반되어 pyridoxal 5'-phosphate로 전환되며, 4-pyridoxic acid로 이화되어 배설된다. 여러 유

도체와 복잡한 대사물이 존재하는 섭취기준을 설정하기 위해서는 과학적인 증거에 기초하여야 하므로, 인체 내 비타민 B<sub>6</sub> 영양상태를 판정하는 지표는 매우 다양하게 설정되고 있다(Cho YO 2010).

비타민 B<sub>6</sub>는 100여종의 아미노산 대사에 관여하는 조효소로서 주로 탈탄산효소, 아미노전이효소, 라세미화 효소 등에 관여하며, 면역계 및 신경전달물질 합성, 스테로이드호르몬 작용을 조정하는 역할을 한다(MOHW & KNS 2015). 비타민

† Corresponding author: So Ra Choi, Jeollabukdo Agricultural Research & Extension Services, Iksan 54591, Korea. Tel: +82-63-290-6041, Fax: +82-63-290-6059, E-mail: sora0909@korea.kr

B<sub>6</sub>는 항피부병, 항빈혈인자로 분류되었으며, 결핍증상으로 피부염, 구내염, 구순염, 간질성 혼수, 설염, 우울증 등이 있다(MOHW & KNS 2015). 한국인의 1일 비타민 B<sub>6</sub> 권장섭취량은 유아 0.6~0.7 mg, 청소년 남자 0.9~1.5 mg, 성인 남자 1.5 mg, 청소년 여자 0.9~1.4 mg, 성인 여자 1.4 mg으로 설정되어 있다(MOHW & KNS 2015). 또한 생리적으로 단백질 필요량이 증가할 때 비타민 B<sub>6</sub> 필요량도 증가한다.

표준식품성분표(RDA 2011) 제8개정판에는 총 2,757종의 식품에 대한 에너지, 일반성분, 무기성분, 비타민 A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, 나이아신, 비타민 C 함량 등이 수록되어 있으나, 기타 판토텐산, 비타민 B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> 및 비오틴 성분은 포함되어 있지 않으며, 이러한 성분에 대한 국내 연구 자료도 많지 않은 실정이다. 표준식품성분표는 국가 정책, 질병 및 건강 관련 연구 및 식품 산업 전반에 미치는 영향이 매우 크므로, 국민 건강 증진을 위해 미량요소인 비타민류까지 포함될 수 있도록 개정이 시급하다.

또한 현재 국내에서 생산되는 지역 농산물에 대한 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 검토하고자 할 때에는 일본 문부과학성(Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, MEXT)과 미국 농무부(United States Department of Agriculture, USDA) 등의 국외 자료를 인용할 수밖에 없으며, 작물의 품종과 재배 환경의 다양성으로 인해 데이터 차이가 발생하여 문제발생 소지가 있고, 특히 지역특산 작물의 경우, 적용대상을 찾기 어려워 이에 관한 영양성분 데이터 확보도 절실하다.

따라서 본 연구는 HPLC(High Performance Liquid Chromatography)를 이용한 자체 분석법 검증과 지속적인 내·외부 품질 관리를 통해 국내에서 생산되는 지역 농산물의 신뢰도가 높은 비타민 B<sub>6</sub> 데이터를 확보하고, 이를 data base화하여 국민건강 영양조사, 식생활지침 제시 등 식품 영양 분야 전반에 걸쳐 귀중한 기초자료로 활용하여 국민 건강을 증진하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용된 시료는 2015년부터 2016년까지 국내 경기도를 비롯한 9개 도에서 생산된 농산물로 현재 재배면적이 많거나, 소비자 관심도가 높아지고 있는 특산물, 외래도입종, 지리적 표시제, 육성품종 등을 위주로 총 62종을 선정하였다. 시료 중 곡류는 울무 등 8종이었으며, 채소류로는 갓 등 21종, 과일류는 사과 등 15종, 특용작물로 쑥부쟁이 등 14종, 버섯류로 목이버섯 등 4종을 분석 대상으로 선정하였다.

시료는 수확 직후 농촌진흥청으로 송부되어 가식부만 급속냉동시킨 것을 제공받아 사용하였다. 초저온 냉동고

(Wisecryo, Daihan Scientific Co., Wonju, Korea)에서  $-80^{\circ}\text{C}$ 에 보관한 후 분석 직전 해동하여 사용하였다.

### 2. 분석 방법 검증

분석 방법 검증을 위해 표준품 pyridoxine · HCl(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10  $\mu\text{g/mL}$  농도로 제조하여 분석 후 얻어진 데이터를 이용하여 검량선으로 직선성을 검증하였다. 그리고 공시험(blank test)을 실시하여 얻어진 크로마토그램의 nose peak area의 평균과 표준편차를 이용하여 시료에 존재하는 분석 대상성분의 최소 검출 가능 농도인 검출한계(Limit of Detection, LOD)와 정밀성과 정확성을 가진 값으로 표현할 수 있는 검체 중 분석성분의 최소량인 정량한계(Limit of Quantification, LOQ)를 산출하였다. 이 때 Tompson 등(2002)이 제시한 signal to noise ratio를 이용하여 공시험의 noise peak area 10개의 평균에 표준편차 3배를 더해 검출한계로, 표준편차 10배를 더해 정량한계로 설정하였다.

분석법의 정확도 검증을 위해 표준인증물질인 미국 국립 표준기술연구소(National Institute of Standards and Technology, NIST) 표준참고물질(Standard Reference Materials, SRM) 3233 (fortified breakfast cereal)을 3반복으로 분석하고, NIST에서 제시한 값과 본 연구에서 측정된 값을 비교하여 회수율과 상대표준편차를 구하였다.

비타민 B<sub>6</sub> 분석 데이터의 내부 분석 품질관리(in-house control)를 위해 브로콜리와 표고버섯이 혼합된 시료를 분석일자를 달리하여 6회 분석하여 품질관리차트를 작성하고, 이를 통계처리하여 허용한계 95%(2\*S.D.) 범위를 경고한계로, 허용한계 99.7%(3\*S.D.) 범위를 조절한계로 설정하고, 매회 분석 시 내부표준물질로 사용하였다.

### 3. 비타민 B<sub>6</sub> 분석용 시료 전처리

비타민 B<sub>6</sub> 분석을 위해 식품공전 식품성분시험법의 비타민 B<sub>6</sub>(피리독신) 액체크로마토그래피에 의한 정량법을 변형하여 사용하였다(KFDA 2016). 초저온 냉동고(Wisecryo, Daihan Scientific Co.)에 보관시료를 냉장온도에서 해동한 후 균질화된 시료 1~2 g을 50 mL conical tube에 3반복으로 취하여 50 mM CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>Na(pH 4.5, Sigma-Aldrich Co.) 25 mL를 첨가하였으며, 초음파 추출기(Powersonic 520, Hwashin Tech, Daegu, Korea)를 이용하여 40°C에서 30분간 추출하였다. 추출 후 HPLC용 water(Fisher Scientific, MA, USA)를 이용하여 40 mL로 정용하고, vortex mixer로 혼합하였다. 혼합된 시료를 3,000 rpm으로 30분 동안 원심분리(3-30KS, Sigma Laborzentrifugen GmbH, Osterode, Germany) 후 상등액을 filter paper로 여과하고, 0.45  $\mu\text{m}$  cellulose acetate filter(Toyo Roshi Kaisha Ltd.,

Tokyo, JP)로 여과 후 분석시료로 사용하였다.

#### 4. HPLC 분석 조건

비타민 B<sub>6</sub> 분석을 위해 사용된 기기는 HPLC(Agilent 1100 series, Agilent Technologies, CA, USA)이고, detector는 동일회사의 형광검출기(fluorescence detector)를 사용하였으며, excitation 290 nm, emission 396 nm에서 분석하였다. Column은 YMC PRO RS C<sub>18</sub>(250 mm×4.6 mm, 5 μm, YMC Co., Ltd., Tokyo, JP)를 사용하였으며, 이때 column 온도는 30°C이었다. 이동상은 20 mM CH<sub>3</sub>CO<sub>2</sub>Na(pH 3.0, Sigma-Aldrich Co.)과 acetonitrile(Fisher Scientific) 두 종류의 용매를 gradient 조건으로 혼합하여 분석하였다(Table 1). Injection volume은 20 μL로 하였다. 표준물질로 pyridoxine · HCl(Sigma-Aldrich Co.)을 0.01~10 μg/mL의 농도로 증류수에 용해시켜 사용하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 실험방법 검증

분석법 검증을 위해 pyridoxine · HCl을 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 5, 10 μg/mL의 농도로 제조하고, 이를 분석하여 데이터를 확보하였다. 데이터를 이용하여 검량선을 작성하고, 직선성을 검증한 결과, 상관계수 R<sup>2</sup>는 0.9999로 매우 우수한 직선성을 확인할 수 있었다(Fig. 1). 또한 공시험(blank test)하여 얻어진 검출한계(LOD)는 0.0086 μg/100 g, 정량한계(LOQ)는 0.0322 μg/100 g으로 매우 낮은 함량까지도 분석이 가능했다.

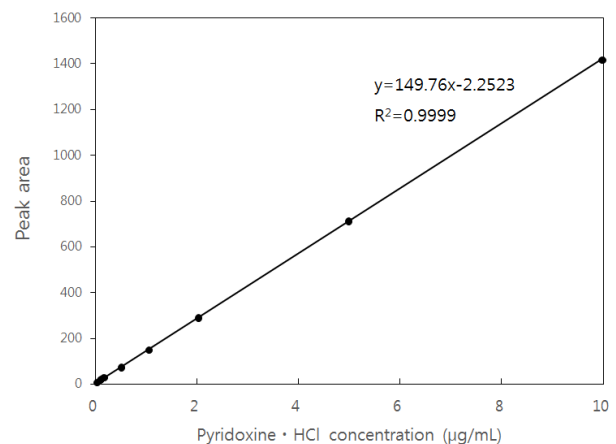
비타민 B<sub>6</sub> 분석 품질의 정확성 검증을 위해 SRM 3233 (fortified breakfast cereal)을 분석한 결과, 회수율은 105.6%, 상대표준편차는 2.15%로 양호한 값을 보여 분석법의 타당성을 확인할 수 있었다(Table 2).

내부 분석 품질관리를 위해 브로콜리와 표고버섯 혼합시료를 분석일자를 달리하여 6회 분석하였다. 시료 62종의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 17회에 걸쳐 분석되었는데, 이때 분석시료와 함께 내부 분석 품질관리 시료를 동시에 분석하였다. 분석 결과, 모든 데이터는 경고한계(2\*S.D.) 범위 내에 존재하여 지속적으로 양호한 분석 품질 수준을 유지할 수 있었으며, 이를 이용해 지역 농산물 분석 실험을 수행할 수 있었다 (data not shown).

#### 2. 곡류의 비타민 B<sub>6</sub> 함량

**Table 1. Solvent gradient conditions of HPLC for vitamin B<sub>6</sub> analysis**

Time (min)	Flow rate (mL/min)	20 mM CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> Na (%)	Acetonitrile (%)
0	1.0	98	2
15	1.0	98	2
20	1.0	60	40
25	1.0	60	40
30	1.0	98	2
42	1.0	98	2



**Fig. 1. Standard calibration curve of pyridoxine · HCl.**

국내에서 생산되고 있는 곡류 8종의 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 조사한 결과(Table 3), 2.7~260.0 μg/100 g으로 차이가 많았다. 분석시료 중 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 가장 높은 곡류는 건조된 녹두 ‘다현’으로 260.0 μg/100 g으로 나타났으며, 건조 대두 ‘강일콩’도 234.3 μg/100 g으로 높은 수치를 보였다. 일본 문부과학성의 식품성분표(MEXT 2015)에 따르면 녹두 생체와 대두 생체에 각각 520 μg/100 g, 510 μg/100 g의 비타민 B<sub>6</sub>가 함유되어 있다고 하여, 본 실험의 건조 두류의 분석 결과보다 2배 이상 높은 결과치를 보여주고 있는데, 이는 실험재료나 재배 환경의 차이로 생각되었다. 또한 미국 농무부의 표준성분표(USDA 2016)에 따르면 대두(초록색)의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 65 μg/100 g이고, 발아 후 173 μg/100 g으로 증가한다고 하였으며, Plaza 등(2003)도 건조 대두의 경우, 779 μg/100 g을 보였으나, 발아 후 1,908 μg/100 g으로 증가한다고 하여 대두의 계통

**Table 2. Recovery and coefficient of variation of vitamin B<sub>6</sub> content for SRM 3233**

Component	Reference value (mg/100g)	Analysis value (mg/100g)	Recovery (%)	Coefficient of variation (%)
Vitamin B <sub>6</sub>	7.8±0.47	8.24±0.18	105.6	2.15

Table 3. Content of vitamin B<sub>6</sub> in cereals

Sample	Content (µg/100 g)
Adlay 'Johyeon'	25.0±1.7
Amaranth Red	32.3±1.5
Yellow	51.0±2.0
Black rice Nonglutinous rice 'Sintoheukmi'	105.0±6.1
Black rice Glutinous rice 'Sinnongheukchal'	129.7±7.4
Corn 'Mibaek2ho'	13.7±0.6
Corn 'Daehak'	18.0±0.0
Corn 'Mibaek'	13.3±1.5
Corn 'Miheuk'	21.0±0.0
Mung bean Dried, 'Dahyeon'	260.0±8.5
Oat Naked 'Joyang'	2.7±0.6
Oat Hulled 'Samhan'	13.0±0.0
Quinoa	3.0±0.0
Soybean Dried, 'Gangilkong'	234.3±15.4

All values represent mean±S.D.

이나 발아에 의해 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 달라짐을 알 수 있었다.

전라북도농업기술원에서 육종한 흑미 가운데 찰벼 특성을 보이는 '신농흑찰'은 129.7 µg/100 g, 메벼 특성을 갖는 '신토흑미'는 105.0 µg/100 g으로 두류 다음으로 높은 경향을 보였다. 현미의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 293 µg/100 g이었으나, 백미는 103 µg/100 g으로 도정 후 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 감소된다는 보고가 있으나(Dinesh Babu 등 2009), 분석에 사용된 품종은 확인되지 않았다. MEXT(2015)와 USDA(2016)의 자료에 현미의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 450 µg/100 g 이상으로 보고되어 흑미와 달리 높은 값으로 나타나, 실험재료와 재배환경의 차이가 큰 것으로 판단되었다. 비타민 B<sub>6</sub> 분석 방법은 HPLC와 *Saccharomyces uvarum*을 이용한 미생물 분석법 등이 있으며, 곡류의 경우, 미생물 분석법보다 HPLC 분석에서 약 20% 낮은 함량을 보여 백미 0.09 mg/100 g, 현미 0.20 mg/100 g으로 나타났으며(Kall MA 2003), 본 실험에서 사용된 흑미는 105.0~129.7 µg/100 g으로 백미보다는 높고, 현미보다는 다소 낮은 결과를 보였다.

최근 국내에서 슈퍼푸드라 각광받고 있는 아마란스는 비름과에 속하며, 남아메리카 안데스산맥에서 고대부터 이용한 곡류로 산화적 손상에 대한 보호 효과와 NO 생성억제능이 높아 강력한 항산화제로써의 활성이 있는데(Kim & Ryoo 2002), 적색종이 32.3 µg/100 g, 황색종이 51.0 µg/100 g의 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 보였다. 아마란스와 함께 안데스산맥이 원산지인 퀴노아는 명아주과에 속하며, 옥수수, 감자와 함께 3대 곡물 중

하나로 사용되었는데, 3.0 µg/100 g으로 시료 중 가장 낮은 수치를 보였다. 그러나 일부 문헌에서는 퀴노아 건조분말의 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 487 µg/100 g으로 매우 높으며, 아마란스의 건조분말에서는 생과와 달리 비타민 B<sub>6</sub>가 검출되지 않는다고 보고되기도 하였다(Valcárcel-Yamani & da Silva Lannes 2012).

옥수수 4품종의 분석 결과는 13.3~21.0 µg/100 g으로 '미흑' 품종에서 다소 높은 경향이였다. 중앙아시아가 원산지인 귀리의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 2.7~13.0 µg/100 g으로 낮은 편이었으며, 쌀귀리 '조양'보다는 걸귀리 '삼한'에서 높았다.

### 3. 채소류의 비타민 B<sub>6</sub> 함량

지역 농산물 중 열매와 잎, 뿌리 및 지상부를 이용하는 채소류의 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 열매를 사용하는 과채류로 차요테 등 8종을 분석하였는데, 패션푸르트에서 104.3 µg/100 g으로 가장 높은 값을 보였으며, MEXT(2015)와 USDA(2016)의 보고에서도 100~180 µg/100 g으로 조사된 바 있다. 고추의 경우, 13.7~74.7 µg/100 g으로 높은 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 보였으나, 품종간 차이가 많았다. Kim 등(2016b)은 단고추와 파프리카에 대해 0.006~0.008 mg/100 g의 비타민 B<sub>6</sub>가 검출되었다고 하였는데, 본 실험에 사용된 시료는 완숙된 일반 고추로써 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 매우 높음을 알 수 있었다.

토마토 역시 16.3~40.3 µg/100 g의 비타민 B<sub>6</sub>가 함유되어 있었는데, 고추와 마찬가지로 품종간 차이가 많았다. 차요테, 오이, 가지, 멜론, 수박은 20 µg/100 g 미만으로 낮은 함량을 보였는데, 가지를 제외하고 박과작물이 대부분이었다. 차요테의 경우, 흰색종과 녹색종 간 차이가 많지 않았는데, MEXT(2015)에서도 40 µg/100 g으로 동일한 값으로 분석되어 비타민 B<sub>6</sub> 함량 차이가 크지 않았다.

엽채류로는 갓, 곰취, 고려엉겅퀴, 부추, 깻잎 등을 분석하였으며, 곰취의 경우 자생종이 31.3 µg/100 g인데 비해, 육성 품종인 '진향'에서 88.0 µg/100 g으로 오히려 높게 나타났다. 갓의 경우, 55.7~84.3 µg/100 g으로 품종간 차이는 곰취보다 적고 함량은 비슷하였다. Jang MY(2013)의 재래종갓과 돌산갓의 영양성분 분석 결과를 보면 홍갓·돌산갓(0.05 mg/100 g), 청갓(0.12 mg/100 g), 반청갓(0.17 mg/100 g) 순으로 높아진다고 하여 계통에 따라 영양성분이 다르다고 하였다. '곤드레'라 불리는 고려엉겅퀴는 16.0 µg/100 g, 부추는 12.0 µg/100 g이었으며, 깻잎은 10 µg/100 g 미만으로 낮았다. 야생 부추의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 0.096 mg/100 g으로 높아(Kim 등 2016b) 재배환경에 따라서도 비타민 함량 차이가 많음을 알 수 있었다. 재배 환경에 따른 비타민 B<sub>6</sub> 함량의 차이는 시금치에서도 볼 수 있는데(Yoon YE 2016), 노지재배(0.21 µg/100 g 이하)보다 하우스 재배(0.67 µg/100 g 이상)에서 높은 경향이이며, 하우스

Table 4. Content of vitamin B<sub>6</sub> in vegetables

Classification	Sample	Content (µg/100 g)	
Fruits	Chayote	White	16.7±0.6
	Chayote	Green	15.0±1.0
	Cucumber	'Joeunbaekdadagi'	4.3±0.6
	Eggplant	'Chukyang'	2.7±0.6
	Melon	Mesk Melon	7.7±0.6
	Passion fruit		104.3±1.2
	Pepper	'Geochanghan'	13.7±0.6
	Pepper	'PR smart'	46.3±2.1
	Pepper	'Cheongyang'	74.7±1.2
	Tomato	'Dotaerang dia'	16.3±1.2
	Tomato		40.3±3.2
	Watermelon	'Sambokkkul'	6.0±0.0
	Watermelon	'S-Venus'	9.0±1.0
	Watermelon	Mini watermelon	11.3±0.6
Leaves	Gat	Suncheon	84.3±1.2
	Gat	Dolsan	55.7±0.6
	Gomchwi ( <i>Ligularia fischeri</i> )	Native species	31.3±1.5
	Gomchwi ( <i>Ligularia fischeri</i> )	'Jinhyang'	88.0±1.0
	Korean gondre thistle ( <i>Cirsium setidens</i> )	Native species	16.0±0.0
	Leek	'Wonder'	12.0±1.0
	Perilla leaf	'Pungnyeon'	6.0±0.0
	Perilla leaf	'Manchu'	7.0±0.0
Roots	Garlic	Native species	96.7±2.9
	Garlic	'Daeso'	72.7±2.5
	Garlic	'Namdo'	98.3±2.1
	Onion	'Singsingball'	9.0±0.0
	Onion	'Jeju8ho'	12.7±0.6
	Onion	'Redprime'	7.3±1.2
	Onion	'Sunpower'	7.3±0.6
	Onion	'GS1-2'	17.0±0.0
	Potato	'Oryun'	30.3±2.3
	Shallot	'Saeromi'	12.0±1.0
	Sweet potato	'Sinyulmi'	31.3±2.1
	Sweet potato	'Beniharuka'	30.0±1.0
	Sweet potato	'Singeonmi'	30.7±2.1
	Taro	Daewang	40.3±0.6
Taro	Wang	10.3±0.6	
Shoots	Asparagus	White	5.0±0.0
	Chicon		4.0±0.0

All values represent mean±S.D.

재배 시 낮은 온도에 노출되는 시간이 0일에서 21일까지 증가함에 따라 0.67 mg/100 g에서 2.26 mg/100 g으로 증가하였다.

근채류 중 마늘은 72.7~98.3 µg/100 g으로 높았으며, '남도'에서 다소 높았다. 대표적인 구황작물인 감자와 고구마에 30.0~31.3 µg/100 g의 비타민 B<sub>6</sub>가 함유되어 있으며, 양파와 외래도입 작물인 샬롯은 7.3~17.0 µg/100 g으로 높지 않은 함량을 보였고, 품종간 약간의 차이를 보였다. 토란은 10.3~40.3 µg/100 g으로 나타났으며, 계통간 차이가 컸다. 본 실험에 사용된 감자 '오륜' 품종은 30.3 µg/100 g으로 조사되었는데, Kim 등(2016b)의 보고에서는 일반 감자인 'Superior'와 'Dejima'의 경우 0.017~0.022 mg/100 g, 자색감자 'Bora'는 0.005 mg/100 g, 노란 감자 'Rose'는 0.012 mg/100 g으로 조사되어 품종간 차이가 나타났으며, 데칩 처리 시 비타민 B<sub>6</sub>는 거의 대부분 파괴되어 검출되지 않는다고 하였다.

Shoot를 셀러드로 사용하고 있는 아스파라거스와 치콘에는 4~5 µg/100 g으로 비타민 B<sub>6</sub>가 많지 않았다.

#### 4. 과일류의 비타민 B<sub>6</sub> 함량

과일에 함유되어 있는 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 알아보기 위해 사과 등 15종을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 가장 높은 함량

을 보인 시료는 키위(참다래) 중 골드계통인 'Zespri'로 116.3 µg/100 g을 보였으며, 그린 계통인 'Hayward' 품종도 78.7 µg/100 g을 나타냈다. 그러나 키위 중에서도 'Haegeum' 등 3종에서는 비타민 B<sub>6</sub>가 검출되지 않아 품종간 차이가 매우 컸다. 키위 녹색 계통은 63~120 µg/100 g, 골드 계통은 79~140 µg/100 g으로 미국과 일본의 식품성분표에 나와 있으며(MEXT 2015; USDA 2016), 이는 본 실험과 비슷한 결과이다. 그러나 Jin 등(2014)은 국내산 토종다래 '오렘센스', '치약', '스키니 그린' 등 세 품종의 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 1.1~1.9 mg/100 g이라 하였는데, 이는 본 실험에 사용된 키위에 비해 매우 높은 함량이었다.

감의 경우, 대봉시 '동철' 등 3품종은 36.0~72.7 µg/100 g을 보였으며, 반시 생과에서는 검출되지 않았으나, 건조된 미성숙과에서는 86.7 µg/100 g으로 나타나, 과일의 성숙 정도와 건조상태에 따라서도 비타민 B<sub>6</sub> 함량 변화가 많음을 알 수 있었다. 단감인 'Buyu'에서는 15.0 µg/100 g으로 다소 낮은 수치를 보였다. 생감의 경우, 대봉시, 단감, 반시 순으로 비타민 B<sub>6</sub> 함량이 적었다. 다양한 지역에서 재배된 사과 'Fuji' 품종의 비타민 B<sub>6</sub> 함량은 16.7~28.3 µg/100 g으로 다소 차이가 있었으며, 밀양에서 생산된 사과에서 높은 함량을 보였다. 포르

Table 5. Content of vitamin B<sub>6</sub> in fruits

Sample	Contents (µg/100 g)	Sample	Content (µg/100 g)		
Apple	'Fuji', Chungju	18.0±0.0	Kiwi	Gold 'Haegeum'	0.0±0.0
Apple	'Fuji', Muju	16.7±0.6	Kiwi	Gold 'Halla Gold'	0.0±0.0
Apple	'Fuji', Yesan	16.7±0.6	Kiwi	Red 'Hongyang'	0.0±0.0
Apple	'Fuji', Milyang	28.3±2.5	Kiwi	Gold 'Zespri'	116.3±1.5
Apple	'Fuji', Yeongju	22.7±1.5	Kiwi	Green 'Hayward'	78.7±1.2
Apple	'Fuji', Cheongsong	22.7±1.2	Loquat	'Mihwang'	18.0±0.0
Aronia	'Nero'	1.0±0.0	Mandarin	'Sangdojosaeng'	3.3±0.6
Aronia	'Viking'	3.0±0.0	Peach	'Sungold'	3.0±0.0
Aronia	'Nero'	8.3±0.6	Peach	'Cheonjungdo'	3.0±0.0
Blackberry	'Maple'	3.0±0.0	Peach	'Janghowon hwangdo'	4.0±0.0
Cherry	'Regina'	30.3±0.6	Pear	'Niitaka'	4.3±0.6
Chestnut	Native species	27.3±1.2	Persimmon	Bansi, unripened, dried 'Cheongdo'	86.7±1.2
Grape	Green grape 'Shine Muskat'	4.0±0.0	Persimmon	Sweet persimmon 'Buyu'	15.0±0.0
Grape	'Campbell Early'	4.0±0.0	Persimmon	Daebongsi 'Dongcheol'	72.7±0.6
Grape	'M.B.A'	22.0±2.0	Persimmon	Daebongsi 'Gabjubaekmok'	43.7±0.6
Grape	'Summer Black'	5.3±0.6	Persimmon	Daebongsi 'Youngamdaebong'	36.0±1.0
Jujube	'Sangwang'	6.7±0.6	Persimmon	Bansi 'Cheongdo'	0.0±0.0
Jujube	Boeun	10.0±0.0	Plumcot	'Harmony'	6.7±0.6
Jujube	Dried, 'Bokjo'	106.0±1.0	Mango	Apple mango	17.0±0.0

All values represent mean±S.D.

투갈에서 재배되는 사과와 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 비교한 결과, 재래종 5종은 평균 34.3 µg/100 g, 도입종 5종은 36.6 µg/100 g으로 다소 차이가 있다고 보고되었다(Feliciano 등 2010). Kall MA(2003)도 사과에서 0.04 mg/100 g, 배 0.03 mg/100 g으로 보고하여 두 과일 모두 비타민 B<sub>6</sub>가 낮음을 알 수 있었다.

포도는 머루포도라 불리우는 'M.B.A'에서 22.0 µg/100 g으로 높았고, 청포도 'Shine Muskat'나 'Campbell Early', 신품종인 'Summer Black'에서는 4.0~5.3 µg/100 g으로 낮은 함량을 보여 계통간 차이를 보였다. 자생종인 밤과 최근 국내 생산량이 늘고 있는 외래 도입작물 체리에는 27.3~30.3 µg/100 g으로 상당량이 함유되어 있었다. 중국이 원산지인 아열대 작물 비파에는 18.0 µg/100 g이 함유되어 있었다. 또한 농촌진흥청에서 국내 최초로 육성한 자두와 살구의 중간교잡종 플럼코트 'Harmony'에는 6.7 µg/100 g, 국내에서 시설재배로 생산되고 있는 애플망고에는 17.0 µg/100 g이 함유되어 있었다. 감귤, 복숭아, 대추(생과), 아로니아, 블랙베리, 복숭아, 배 등에서는 비타민 B<sub>6</sub>가 많지 않았다. 그러나 건대추에서는 106.0 µg/100 g으로 높게 나타나, 반시 '청도' 건조과와 비슷한 경향

을 보였다.

### 5. 특용작물의 비타민 B<sub>6</sub> 함량

본 실험에서는 특용작물 15종에 대해서도 비타민 B<sub>6</sub> 분석을 실시하였으며, 그 결과는 Table 6과 같다. 항산화성이 높은 녹차가루에서 비타민 B<sub>6</sub> 함량도 높아 64.7~251.0 µg/100 g으로 나타났으며, 'Hushun' 품종에서 'Geumsul'에 비해 3.9배 높아 품종간 큰 차이를 보였다. 다음으로 높은 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 보인 특용작물은 산수유로 172.3 µg/100 g을 보였으며, 한산 모시잎은 81.0 µg/100 g, 명월초 79.7 µg/100 g, 모링가 60.0 µg/100 g, 초석잠 46.3 µg/100 g, 마 39.0 µg/100 g을 보였다. 구기자, 열매에서 9.0 µg/100 g으로 적은 반면, 잎은 47.3 µg/100 g, 순은 15.0 µg/100 g으로 부위별로 다른 함량을 보였다. 여주의 경우, 본 실험에서는 20.0 µg/100 g의 함량을 보였으나, USDA(2016)에는 43.0 µg/100 g으로 나타나 있었다. 잣은 17.0 µg/100 g으로 분석되었으나, MEXT(2015) 자료에는 170 µg/100 g으로 나와 생산지별 차이가 있음을 알 수 있었으며, 말린 잣에는 비타민 B<sub>6</sub>가 111.0 µg/100 g으로 많이

Table 6. Content of vitamin B<sub>6</sub> in specialty crops

Sample	Content (µg/100 g)
<i>Aster yomena</i> , bud and stem	1.8±0.3
Bitter gourd	'Arabber'
Cheonnyuncho, fruit ( <i>Opuntia humifusa</i> )	20.0±1.7
Cheonnyuncho, stem ( <i>Opuntia humifusa</i> )	25.3±0.6
Chinese artichoke	7.0±0.0
Chinese silkworm thorn, fruit ( <i>Cudrania tricuspidata</i> )	46.3±1.2
Chinese wolfberry, leaves	8.7±0.6
Chinese wolfberry, bud and stem	47.3±0.6
Chinese wolfberry, fruit	15.0±0.0
Pine nut	9.0±0.0
Moringa	17.0±0.0
Ramie	60.0±1.7
Samchae ( <i>Allium hookeri</i> )	Hansan
Sansuyu ( <i>Cornus officinalis</i> )	81.0±1.0
Schizandra fruit	29.7±1.2
Tea plant, leaves	Mungyeong
Tea plant, leaves	Green tea, freeze dried 'Hushun'
Yam ( <i>Dioscorea batatas</i> )	Green tea, freeze dried 'Geumsul'
Myungweolcho ( <i>Gynura procumbens</i> )	3.0±0.0
	251.0±0.0
	64.7±4.2
	39.0±2.6
	79.7±5.5

All values represent mean±S.D.

함유되어 있다고 보고된 바 있다(USDA 2016). 씩부쟁이, 천년초, 꾸지뽕나무, 삼채, 오미자 등 역시 30 µg/100 g 미만 함유되어 있는 것으로 조사되었다.

### 6. 버섯류의 비타민 B<sub>6</sub> 함량

기능성이 높은 것으로 알려져 있는 버섯류에 대한 B<sub>6</sub> 함량 조사도 실시되었는데, 그 결과는 다양하였다(Table 7). 항암 효과가 알려져 있는 꽃송이버섯 'Neoul'이 139.3 µg/100 g으로 높게 나타났으며, 목이버섯, 느타리버섯, 표고버섯 등에서는 16.3 µg/100 g 이하의 매우 낮은 함량을 보여 버섯종류에 따른 비타민 B<sub>6</sub> 함량 변화가 매우 컸다. Kim 등(2016a)이 표고버섯의 부위별 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 조사한 결과, 기둥부위(0.023 mg/100 g)가 갓부위(0.017 mg/100 g)보다 높고, 기타 버섯류 중 새송이버섯은 0.007 mg/100 g의 함량을 나타냈으며, 팽이버섯과 양송이버섯에서는 비타민 B<sub>6</sub>가 전혀 검출되지 않는다고 하였는데, 본 실험과 마찬가지로 버섯류에서는 전반적으로 낮은 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 보였다.

본 실험 결과, 국내 지역 농산물 62종에 함유되어 있는 비타민 B<sub>6</sub> 데이터를 확보하였으며, 앞으로 이를 data base화하여 표준식품성분표 제 9개정판에 수록할 예정으로 소비자와 식품 가공업체에 올바른 영양성분을 제공할 뿐 아니라, 지역 특산물 수요 촉진, 농산물 브랜드 가치 및 국민 건강 향상에 기여하고, 농식품 산업 발전에도 보탬이 될 것으로 생각된다.

### 요약 및 결론

국내에서 생산된 농산물 62종의 수용성 비타민 B<sub>6</sub>의 함량을 알아보고자 액체크로마토그래피 형광검출기(HPLC/FLD)를 이용해서 분석하였다. 비타민 B<sub>6</sub> 분석 방법의 검증을 위해 브로콜리와 표고버섯이 혼합된 시료를 이용하여 내부 분석 품질관리(in-house control)로 품질관리 차트를 만들어 관리하였다. 곡류 중에서는 건조된 녹두와 대두에서 234.3~260.3 µg/100 g의 비타민 B<sub>6</sub> 함량을 보였으며, 흑미 중 찰벼는 129.7 µg/100 g, 메벼는 105.0 µg/100 g으로 나타났다. 채소류 중 패션푸르트(104.3 µg/100 g), 갓(55.7~84.3 µg/100 g), 곶취(31.3~88.0 µg/100 g), 마늘(72.7~98.3 µg/100 g) 등에서 높은 비타민

B<sub>6</sub> 함량을 보였다. 과일류 가운데에서는 골드키위 'Zespri' (116.3 µg/100 g), 녹색키위 'Hayward'(78.7 µg/100 g)에서 많았고, 감 가운데 대봉시에서 36.0~72.7 µg/100 g으로 단감이나 반시보다 높았다. 대추와 감의 건조과는 생과에 비해 86.7 µg/100 g 이상 증가하였다. 특용작물 중에서는 녹차가루(64.7~251.0 µg/100 g)와 산수유(172.3 µg/100 g)에서 높았다. 버섯류 중에서는 꽃송이버섯이 139.3 µg/100 g으로 많았다. 본 실험 결과 확보된 국내 지역 농산물의 비타민 B<sub>6</sub> 함량 데이터는 국민 영양상태 파악을 위한 귀중한 기초자료로 활용될 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(세부과제명: 지역 농산물의 판토텐산, 비타민 B<sub>6</sub> 성분 구명 및 DB 구축, 과제번호: PJ101085006)의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### References

- Cho YO. 2010. Vitamin B<sub>6</sub> requirement: Indicators and factors affecting. *Korean J Nutr* 43:513-323
- Dinesh Babu P, Subhasree RS, Bhakarij R, Vidhyalakshmi. 2009. Brown rice-beyond the color reviving a lost health food-a review. *Am-Euras J Agron* 2:67-72
- Feliciano RP, Antunes C, Ramos A, Serra AT, Figueira ME, Duarte CMM, Carvalho A, Bronze MR. 2010. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1-Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *J Functional Foods* 2:35-45
- Jang MY. 2013. A study on the nutrient composition and antioxidants of leaf mustard (*Brassica juncea*). Ph.D. Thesis, Chonnam National Univ. Gwangju. Korea
- Jin DE, Park SK, Park CH, Seung TW, Heo HJ. 2014. Nutritional compositions of three traditional *Actinidia* (*Actinidia arguta*) cultivars improved in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1942-1947
- Kall MA. 2003. Determination of total vitamin B<sub>6</sub> in foods by isocratic HPLC: A comparison with microbiological analysis. *Food Chem* 82:315-327
- Kim GP, Ahn KG, Kang RW, Kwon HJ, Kim MH, Hwang HJ, Joo HE, Hwang YS, Choi YM, Kim HR, Choung MG. 2016a. Changes of vitamin B<sub>6</sub> contents in mushroom after cooking treatment. Abstract PF-03. *Integrated Mag Agr Environ Food Security* Busan

**Table 7. Content of vitamin B<sub>6</sub> in mushrooms**

Sample		Content (µg/100 g)
Ear mushroom	'Hyeonyu'	1.0±0.0
Oyster mushroom	'Heuktari'	16.3±0.6
Shiitake mushroom	'Iseulsongi'	3.0±0.0
<i>Sparassis crispa</i>	'Neoul'	139.3±6.0

All values represent mean±S.D.



- Kim GP, Ahn KG, Kim GH, Hwang YS, Kang IK, Choi YM, Kim HR, Choung MG. 2016b. Vitamin B<sub>5</sub> and B<sub>6</sub> contents in fresh materials and after parboiling treatment in harvested vegetables. *Korean J Horti Sci Technol* 34:172-182
- Kim SJ, Ryoo HJ. 2002. Application to the biscuits manufacture of processed amaranth seeds. *Korean J Food & Nutr* 4:321-325
- Korean Food and Drug Administration (KFDA). 2016. Korean Food Standards Codex. 2<sup>nd</sup> ed. pp.117-118
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT). 2015. Standard Tables of Food Composition in Japan. 7<sup>th</sup> ed. Available from <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> [cited 8 March 2017]
- Ministry of Health and Welfare (MOHW), The Korean Nutrition Society (KNS). 2015. Dietary Reference Intakes for Koreans 2015. pp.453-478
- Plaza L, de Ancos B, Cano PM. 2003. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by a new drying method. *Eur Food Res Technol* 216:138-144
- Rural Development Administration (RDA). 2011. Standard Food Composition Table. 8<sup>th</sup> ed. pp.7-21
- Tompson M, Ellison SLR, Wood R. 2002. Harmonized guideline for single-laboratory validation of methods of analysis. *Pure Appl Chem* 74:835-855
- United States Department of Agriculture (USDA). 2016. National Nutrient Data-base for Standard Reference Release 28. Available from <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list> [cited 8 March 2017]
- Valcárcel-Yamani B, da Silva Lannes SC. 2012. Applications of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and amaranth (*Amaranthus* spp.) and their influence in the nutritional value of cereal based foods. *Food and Public Health* 2:265-275
- Yoon YE. 2016. Effect of cold stress on the change of vitamins, sugars and amino acids contents in spinach. Master Thesis, Gyeongsang National Univ. Jinju. Korea
- Youn HS. 2005. New nutritional concepts of vitamins and minerals. *Korean J Pediatr* 48:1295-1309

---

Received 04 April, 2017

Revised 23 June, 2017

Accepted 28 June, 2017