

고랭지 지역에서 재배한 녹두 품종들의 항산화 활성 및 아미노산 조성 비교

진응익^{1*} · 홍수영¹ · 김수정¹ · 옥현충² · 이예진¹ · 남정환¹ · 윤영호¹ · 정진철¹ · 이순애¹

¹농촌진흥청 국립식량과학원 고령지농업연구센터, ²농촌진흥청 연구정책국 연구운영과

Comparison of Antioxidant activity and Amino Acid Components of Mungbean Cultivars Grown in Highland Area in Korea

Yong Ik Jin^{1*}, Su Young Hong¹, Su Jeong Kim¹, Hyeon Chung Ok², Ye Jin Lee¹, Jeong Hwan Nam¹, Young Ho Yoon¹, Jin Cheol Jeong¹ and Soon Ae Lee¹(¹Highland Agriculture Research Center, National Institute of Crop Science, RDA, Pyeongchang 232-955, Korea, ²R&D Coordination Division, Research Policy Bureau, RDA, Suwon 441-707, Korea)

Received: 10 November 2010 / Accepted: 24 December 2010
© The Korean Society of Environmental Agriculture

Abstract: This study was performed to investigate differences of antioxidant activity, the content of free amino acids including GABA(gama-amino butyric acid) among mungbean cultivars grown in Highland area (Jinbu) and to compare those between seeds and sprouts. In DPPH (diphenyl picrydrazyl) radical scavenging activity, 'Jangan' mungbean activity was more higher than that of other cultivars. The content of total phenolic compounds of mungbean ranged from 1,186 to 1,493 $\mu\text{g/g}$ in seed and 2,321 to 2,783 $\mu\text{g/g}$ in sprout. Among amino acids of seeds, the content of glutamic acid was highest in 'Soseon' mungbean, and contents of almost amino acids increased during sprouting of seeds. The content of GABA that are known as a material having high functional effects on human body was also analyzed. When the relatively high content of GABA was observed in seeds of almost mungbean grown in highland, and their contents rapidly increased after sprouting from seeds. As a result of this experiment, it is expected that mungbean will be developed to a good alternative crop having high value as functional food materials in highland area of Korea.

Key Words: Amino acid, GABA, Highland, Mungbean

서 론

녹두(*Vigna radiata* L. Wilczek)는 콩과(Leguminosae)에 속하며 식미가 독특하여 콩과작물 중 콩, 팥 다음으로 이용도가 높고, 식용 뿐 아니라 약용으로도 이용되어 왔다(Ko *et al.*, 1982). 식용으로는 녹두전, 묵(청포묵), 죽, 전병, 숙주나물 형태로 이용된다(Kim *et al.*, 1981). 최근에는 다양한 약리효과가 보고되면서 기능성 식품으로서의 활용 가능성이 검토되고 있다. 녹두에서 분리된 vitexin과 isovitexin은 항산화, 항염증 및 미백활성이 보고(Kim *et al.*, 1998)되었다. Kim *et al.*(2008)에 의하면 녹두 잎에 항당뇨 및 혈압강하 효과가 뛰어난 루틴 성분이 함유되어 있다고 하였다.

녹두에 관한 연구는 주로 품종육성에 관한 연구가 지속되어 왔고(Kim *et al.*, 2009a), 파종기, 휴간거리가 녹두 생육 및 수량에 미치는 연구(Kim *et al.*, 1981; Hyon *et al.*, 1992)가 이루어졌지만 고랭지에서 재배된 녹두의 생육특성 및 성분함량에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 녹두나물 연구에 있어서는 녹두나물의 재배방법(Kang *et al.*, 2004; Hong *et al.*, 2008)과 활성에 관한 연구(Kim *et al.*, 2009a), 당(Ko *et al.*, 1983)과 지방산 함량에 대한 연구가 보고되었지만(Choi and Kim, 1985), 나물이용 시 유리아미노산 함량 및 GABA 함량 변화에 관한 연구는 미진한 실정이다.

녹두는 다른 콩과 작물과 마찬가지로 풍부한 단백질 공급원이 될 수 있다. 일반적으로 알려진 콩의 단백질 함량 41.3% 보다는 낮으나 21.2%로 비교적 높은 함량을 갖고 있다(Kang *et al.*, 1971). Gama-amino butyric acid(GABA)는 자연계에 분포하는 비단백질 아미노산으로 뇌나 척수에

*교신저자(Corresponding author): Y. I. Jin
Tel: +82-33-330-1830 Fax: +82-33-330-1519
E-mail: pyoddae@korea.kr

존재하는 신경전달 물질이며, 의약품으로 뇌의 혈류를 개선하여 뇌 대사 향상 및 의욕저하 등을 치료하는 물질로 활용된다. 차세대 의약품인 동시에 건강 기능식품 소재로 시장성이 확대될 것으로 예상되는 물질이다(Lim and Kim, 2009).

본 연구에서는 고랭지재배 녹두 품종을 대상으로 종자와 나물의 항산화 활성도와 유리아미노산 조성을 살펴보고 GABA 함량을 분석하였다. 이를 통해 녹두의 고랭지 재배 후 고부가가치 기능성 작물로의 발전 가능성을 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2010년 강원도 평창군 진부면(해발 600 m)에 위치한 고령지농업연구센터 시험포장에서 수행되었다. 시험에 사용된 녹두 품종은 '다현', '다선', '금성', '장안', '남평', '소선' 녹두 6품종으로서 전남농업기술원으로부터 분양을 받았으며, 시험 토양의 pH는 5.3, 유효인산은 650.5 mg kg⁻¹, 유기물 함량은 1.5% 이었다(Table 2).

시험구는 1반복 당 24.5 m²(3.5 m × 7 m)로 난괴법 3반복 배치하였다. 파종은 2010년 5월 25일에 재식거리 80 cm × 30 cm로 하였다. 콩 표준시비는 농촌진흥청의 기준(1999)에 따라 10 a 당 성분량으로 질소 3 kg, 인산 3 kg, 칼리 3.4 kg을 시비하였고, 퇴비 1,200 kg, 석회 200 kg은 실량으로 사용하였다. 생육기간 중 초장, 개화기, 착엽기 등의 생육특성을 조사하였고, 8월 24일에 수확하여 개체 당 협수, 100립중, 10 a 당 수량 등 수량구성 요소를 조사하였다. 토양 특성 중 유기물은 Wakley-Black 법, 유효인산은 Lancaster 법, 그리고 양이온 분석은 1N-CH₃COONH₄(pH 7.0)으로 추출한 액을 ICP(Inductively Coupled Plasma, Optima 2100 DV of Perkin Elmer, USA)로 측정하였다. pH는 토양과 물의 비율을 1:5로 하여 초자전극을 이용하여 측정하였고, EC는 1:10의 비율로 진탕 추출 후 전기전도계로 분석하였다.

녹두나물의 재배는 20°C에서 2시간 간격으로 15분간 관수하고 7일간 암 상태에서 수행하였다. 나물 전체를 동결건조 후 마쇄하여 유리아미노산 분석시료로 이용하였다.

항산화활성 측정은 DPPH(diphenyl picryldrazyl)법을 이용하였다(Jung and Roh, 2004). 시료 1 g에 80% EtOH 50 mL를 넣고 25°C에서 24시간 추출한 여과액을 시료액으로 사용하였다. 에탄올에 녹인 DPPH 용액(0.4 mM) 0.8 mL에 에탄올 일정량을 첨가하여 분광광도계의 흡광도 값이 0.95-0.99사이가 되도록 조절하였다. 시료액 0.2mL를 취하여 상기에서 조절한 적정량의 에탄올과 DPPH 용액 0.8 mL를 가하여 10초 동안 강하게 vortex mixer(Genie 2, Scientific industries, Inc, USA)로 교반 후 실온에 10분 동안 방치 한 후 분광광도계(X-ma 2000, Human corporation, Korea)로 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 시료액 첨가와 무첨가인 대조구의 흡광도 차이를 백분율로 표시하여 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능} = (1 - (\text{시료의 흡광도} / \text{대조구의 흡광도})) * 100.$$

총페놀함량은 Folin-cioalteu's phenol 시약을 이용한 비색법에 준하여 분석하였다(Singleton *et al.*, 1999). 분쇄된 시료 2 g을 80% MeOH 50 mL를 가하여 25°C에서 24시간 동안 추출 및 여과후 시료 1mL에 Folin & Cioalteu's phenol reagent 0.2 mL를 넣고 5분간 혼합하였다. 여기에 2% Na₂CO₃ 1mL를 넣어 혼합하고 실온에서 1시간 동안 방치 후 716 nm에서 분광광도계(X-ma 2000, Human corporation, Korea)로 흡광도를 측정하여 미리 작성된 검량선에 의해 총페놀 함량을 정량 분석하였다.

총 플라보노이드 함량은 Zhuang *et al.*(1992)등의 방법에 준하여 측정하였다. 총페놀함량 분석과 같은 방법으로 추출한 시료 0.5 mL에 80% 증류수 1.5 mL와 5% NaNO₂ 0.15 mL를 혼합한 후 진탕하여 6분간 반응 후 10% AlCl₃ 0.15 mL를 넣고 6분간 방치하였다. 여기에 4% NaOH 2 mL와 증류수 0.7 mL를 넣어 진탕한 후 실온에서 15분간 반응시켜 510 nm에서 분광광도계(X-ma 2000, Human corporation, Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 quercetin의 농도를 1, 10, 20, 30, 50 mg L⁻¹의 농도로 조제하여 시료와 같은 방법으로 흡광도를 측정한 후 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

녹두중실과 녹두나물의 유리 아미노산 분석을 위하여 동결건조시료 0.5 g을 칭량하여 3% TCA(trichloroacetic acid) 10 mL를 주입하고 vortex mixer(Genie 2, Scientific industries, Inc, USA)로 교반 후 상온에서 1시간 진탕하였다. 15,000 rpm, 15분간 조건으로 원심분리한 후 상등액을 취하여 0.45 μm Millipore 여과막으로 여과한 후에 시료당 20 μL씩 분석기에 주입하였다. 아미노산 자동분석기(L-8900, Hitachi, Japan)에 사용된 이동상용액(PF-1,2,3,4,6, PF-RG, R-3, C-1)과 발색용액인 Ninhydrin 용액은 Wako(Japan)제품을 사용하였고, 아미노산 분리는 이온교환컬럼(#2622SC PF)을 이용하였다. 컬럼과 reactor의 온도는 각각 50°C, 135°C로 하여 분석을 수행하였다. GABA 등 유리 아미노산의 표준용액은 Wako에서 제조된 Type AN II, Type B를 혼합하여 사용하였다.

통계분석은 SAS 9.2 프로그램(SAS Institute Inc, Cary, NC, USA)을 이용하였다.

결과 및 고찰

본 실험을 수행한 강원도 평창군 진부면(해발 600 m) 포장의 평균기온, 최고온도, 최저온도는 Table 1과 같다. 일반적으로 녹두는 연강우량 600~1,000 mm, 평균기온 20~30°C 범위가 호적의 재배환경으로 알려져 있으며(Kim *et al.*, 2006), 본 실험포장의 경우에는 5월25일(파종)~8월24일(수확) 사이의 평균기온이 21°C로서 이 시기가 녹두재배에 적합한 것으로 판단되었다.

생육특성 및 수량성

본 시험에서 조사한 녹두품종의 초장, 개화시기, 착협시기 등의 생육 및 생리적 특성은 Table 3과 같다. 조사한 녹두 품종들 중 초장은 '다선'녹두가 가장 컸으며, '장안'녹두가 가장 작았다. 개화시와 착협시는 품종간 큰 차이가 없는 경향이었으며, 녹두품종들의 개화 및 착협은 파종 후 54일 내외에 시작되는 것으로 조사되었다. 파종 후 90일 되는 8월 24일에 수확하여 수량구성요소를 조사한 결과는 Table 4와 같다. 본 시험에서 조사된 녹두 품종들의 개체 당 협수와 협당 립수는 다현 녹두를 대상으로 한 Kim *et al.*(2009a)의 보고에 비해 높은 결과를 나타내었다. 이러한 요인은 Kim *et al.*(2009a)의 시험보다 본 시험의 재식거리가 더 컸기 때문

이다. Hyon *et al.*(1992)은 재식밀도가 증가함에 따라 개체당 협수, 협당 립수, 100립중 등이 직선적으로 감소한다고 보고하여 본 연구결과와 일치하는 경향이였다. 한편 '다현' 녹두는 수량구성요소 중 개체당 협수와 100립중이 가장 높았으며, '다현'과 '금성' 녹두의 10 a 당 수량은 각각 204 kg, 234 kg으로 다른 품종보다 높은 것으로 나타났다(Fig. 1).

DPPH radical 소거활성

녹두 종실과 나물의 DPPH radical 소거활성능력을 Fig. 2에 나타내었다. 같은 농도(20 mg/mL)의 추출물의 활성능력에서 나물이 종실보다 활성이 높은 결과를 보였다. 종실의 활성도는 '장안' 녹두가 가장 높았고, 나물에서는 '장안' 녹두

Table 1. Air temperature of experiment field(Jinbu) during cultivation period of mungbean

Air temperature(°C) ^{a)}	May		June			July			August		
	late	early	middle	late	early	middle	late	early	middle	late	
Average	12.8	16.7	19.4	20.2	21.4	21.9	23.9	25.0	23.3	22.3	
Maximum	30.3	30.5	29	30	31.4	31	30.8	33.8	31.6	31.7	
Minimum	2.8	-1.8	7	7.2	15.7	14.6	17.9	18.2	16.4	17.6	

^{a)}All data was measured by Daegwallyeong meteorological observatory

Table 2. The chemical properties of soils used in the experimental field

	pH	EC	Av.P ₂ O ₅	O.M	K	Ex. Cations		
						Ca	Mg	Na
experimental field	(1:5)	dS/m	mg/kg	g/kg		-----cmol ⁺ /kg-----		
	5.3	0.5	650.5	15.0	0.3	4.3	0.8	0.1

Table 3. Growth and physiological characteristics of mungbean cultivars grown in highland field

Cultivar	Plant height (cm)	Flowering date (M.D)	Beginning of pod (M.D)
Dahyeon	73.8 bc ^{a)}	7.17	7.19
Daseon	81.8 a	7.17	7.18
Geumsung	78.2 abc	7.17	7.18
Jangan	72.8 c	7.16	7.17
Nampyeong	80.6 abc	7.17	7.18
Soseon	77.8 abc	7.17	7.18

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

Table 4. Component of yield in mungbean cultivars grown in experiment field

Cultivar	No. of pods (No. per plant)	No. of Seeds (No. per pod)	Wt. of 100 seeds (g)
Dahyeon	57 a ^{a)}	12.6 b	5.3 a
Daseon	33 b	14.0 a	5.1 ab
Geumsung	55 a	12.8 ab	4.5 c
Jangan	49 a	12.6 b	5.2 a
Nampyeong	33 b	13.3 ab	4.8 bc
Soseon	44 ab	13.4 ab	4.5 c

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

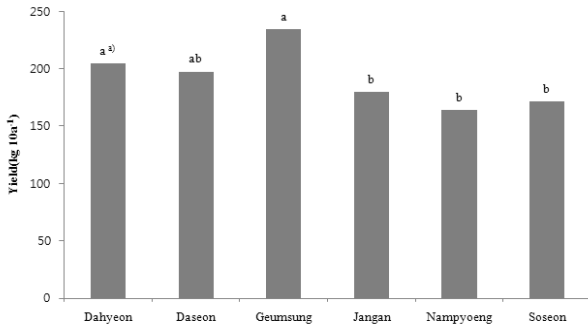


Fig. 1. Comparison of yield among mungbean cultivars grown in experiment field.

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

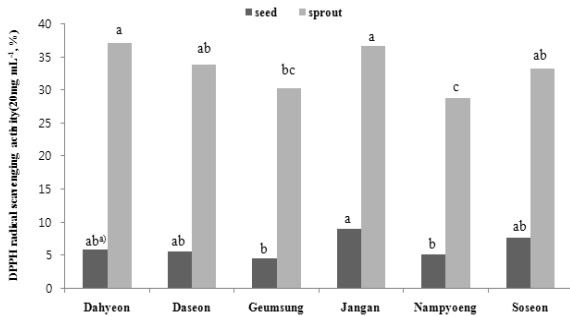


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity of ethanol extracts from seed and sprout of mungbean cultivars grown in experiment field.

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

와 '다현' 녹두가 다른 품종에 비해 DPPH radical 소거활성 능력이 높았다. 한편, 본 실험의 DPPH 결과는 콩을 대상으로 한 다른 보고(Myung and Hwang, 2008)의 결과와 비교하면 활성이 낮았다.

총페놀 함량

최근 들어 플라보노이드나 페놀성 안토시아닌 등의 총량인 총페놀 함량은 식품의 기능성을 나타내는 주요 성분으로 취급되고 있다. 이 성분들은 DPPH 라디칼 소거능으로 나타내는 항산화 활성을 좌우하는 중요한 인자이기 때문이다 (Chung *et al.*, 2004; Kim *et al.*, 2009b). 고랭지에서 재배된 녹두의 품종별 총페놀 함량을 분석한 결과(Fig. 3), 종실에 함유된 총페놀 함량은 1,186~1,493 $\mu\text{g/g}$ 범위를 보였고, 나물은 2,321~2,783 $\mu\text{g/g}$ 으로 분석되어 종실을 나물로 이용시 총페놀 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 종실의 총페놀 함량이 높은 품종은 '다선' 녹두, '다현' 녹두, '장안' 녹두, '남평' 녹두, '소선' 녹두였으며, 나물 중에는 '다선' 녹두와 '소선' 녹두에서 높았다. 반면에 녹두의 총페놀 함량은 Kim *et al.*(2004)이 조사한 콩의 총페놀 함량인 3,176~5,789 $\mu\text{g/g}$ 과 비교할 때에는 낮은 수준인 것으로 나타났다.

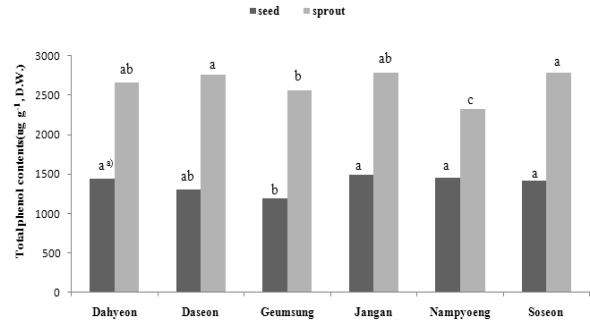


Fig. 3. Total phenolic compound content of seeds and sprouts in mungbean cultivars grown in experiment field.

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

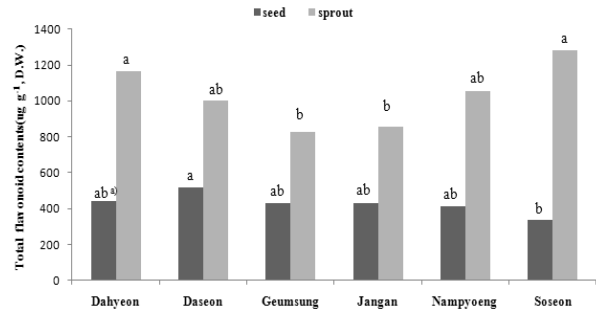


Fig. 4. Total flavonoid contents of seeds and sprout in mungbean cultivars grown in experiment field.

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

총 플라보노이드 함량

녹두의 종실과 나물에 함유된 총 플라보노이드 함량을 Fig. 4에 나타내었다. DPPH radical 소거활성능력과 총페놀 함량과 비슷하게 종실보다 나물에서 총 플라보노이드 함량이 높은 것으로 나타났다. 종실에 함유된 총 플라보노이드 함량은 '다선' 녹두가 가장 높았으며, 나물에서는 '소선' 녹두와 '다현' 녹두에서 높았다.

본 연구에서 분석된 DPPH radical 소거활성, 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량을 종합적으로 판단해 볼 때, 종실을 나물로 이용 시에 분석된 세 가지 항목의 함량이 증가되는 결과를 보였으며, 종실과 나물에서 DPPH radical 소거활성이 높았던 '장안' 녹두, '다현' 녹두, '소선' 녹두가 총페놀 함량이 높은 경향을 보였다.

유리 아미노산 함량

콩과작물에 있어 중요한 구성성분인 단백질의 조성을 구명하기 위해 고랭지 재배 녹두의 GABA 등 유리아미노산 함량을 분석하였다. 종실과 나물의 유리 아미노산 분석을 위하여 사용된 총 38종의 표준용액에 대한 얻어진 크로마토그램은 Fig. 5와 같다.

종실의 유리 아미노산(Table 5) 중 glutamic acid의 함량이 가장 높았다. glutamic acid는 아미노산 생합성의 기

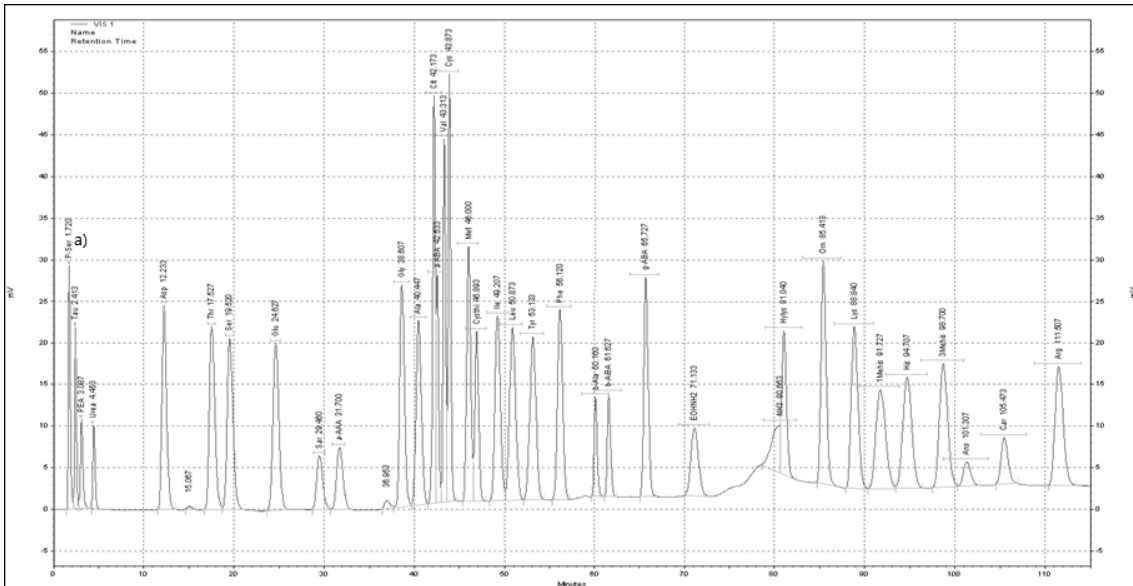


Fig. 5. Chromatogram of free amino acids in standard solution.

a)Name of amino acids - P-Ser: *o*-Phosphoserine, Tau:Taurine, PEA: *o*-Phosphoethanolamine, Urea:Urea, Asp:L-Aspartic acid, Thr: L-Threonine, Ser:L-Serine Glu:L-Glutamic Acid, Sar:Sarcosine, a-AAA: L-2-Amino adipic Acid, Gly:Glycine, Ala: L-Alanine, Cit:L-Citruline, a-ABA:DL-2-Aminobutyric Acid Val:L-Valine, Cys:L(-)-Cystine, Met:L-Methionine, Cysthi:L-Cystathionine, Ile:L-Isoleucine, Leu: L-Leucine, Tyr:L-Tyrosine, Phe:L-Phenylalanine, b-Ala: β -Alanine, b-AiBA:DL-3-Aminoisobutyric Acid, g-ABA:4-Aminobutyric acid, EOHNH₂:2-Aminoethanol, Hyllys:DL-plusallo- δ -Hydroxylysine, Orn: L-Ornithine, Lys:L-Lysine, 1Mehis:L-1-Methylhistidine, His:L-Histidine, 3Mehis:L-3-Methylhistidine, Ans: L-Anserine, Car:L-Carnosine, Arg:L-Arginine

Table 5. Comparison of free amino acids content in seed of mungbean grown in highland area (mg 100g⁻¹, D.W.)

Cultivars	Asp ^{a)}	Thr	Ser	Glu	a-AAA	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	b-Ala	Lys	His	Arg
Dahyeon	67.9c ^{b)}	7.0d	12.4c	109.8c	8.4d	14.9b	18.6d	30.8c	3.9d	4.8c	8.4d	6.1b	18.0c	3.1b	8.3d	13.9d	46.8cd
Daseon	144.2b	19.9ab	22.9b	158.4ab	19.4b	31.3a	67.1a	66.6a	16.0b	13.9b	33.0b	23.8a	57.9a	3.9b	33.9b	26.1a	42.1d
Geumsung	201.5a	22.6a	24.7ab	187.4a	25.0a	31.9a	51.3b	68.5a	24.8a	19.8a	47.5a	29.5a	62.5a	17.2a	47.0a	19.0bc	110.4a
Jangan	192.4a	19.3ab	28.5a	174.7a	20.0ab	27.4a	51.6b	63.8a	19.2b	14.4b	36.5b	24.0a	54.7ab	7.9b	28.5bc	19.8bc	71.1bc
Nampyeong	129.1b	11.6c	14.7c	130.8bc	13.8c	18.1b	29.6c	50.5b	11.0c	7.6c	21.3c	12.1b	43.2b	7.4b	19.0c	15.7cd	41.3d
Soseon	165.5ab	17.1b	24.0b	189.9a	16.4bc	30.0a	47.6b	65.0a	17.3b	17.0ab	35.2b	22.0a	68.6a	3.9b	30.7b	22.7ab	92.0ab

a)Name of amino acids - Asp:L-Aspartic acid, Thr: L-Threonine, Ser:L-Serine Glu:L-Glutamic Acid, a-AAA: L-2-Amino adipic Acid, Gly:Glycine, Ala: L-Alanine, Val:L-Valine, Met:L-Methionine, Ile:L-Isoleucine, Leu:L-Leucine, Tyr:L-Tyrosine, Phe:L-Phenylalanine, b-Ala: β -Alanine, Lys:L-Lysine, 1Mehis:L-1-Methylhistidine, His:L-Histidine, Car:L-Carnosine, Arg:L-Arginine

b)Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

본이 되는 물질로서 다른 아미노산 전환 시에 아미노트란스퍼라아제에 의해 아미노기를 전달하는 것으로 알려져 있다 (Cho *et al.*, 2007). 품종간 비교에서는 '소산' 녹두의 glutamic acid의 함량이 189.9 mg/100 g로 가장 높았다. 종실에 함유된 유리아미노산 중 aspartic acid와 arginine의 함량은 glutamic acid 다음으로 높은 것으로 나타났다. aspartic acid와 arginine의 함량이 가장 높은 품종은 '금성'녹두로 분석되었다.

한편, 종실을 나물로 이용했을 때 glycine을 제외한 대부분의 유리 아미노산의 함량(Table 6)이 증가하는 경향을 보

였다. 아미노산 중 valine과 arginine은 나물 이용 시에 그 함량이 증가하여 700 mg/100 g 수준까지 증가하였으며, 그 함량이 가장 높은 품종은 '장안'녹두였다.

이처럼 나물 이용 시에 아미노산이 증감하는 현상을 구명하기 위하여 아미노산의 합성과 대사과정에 대한 유연관계 연구가 필요한데, 나물 재배시 생육단계 별로 환경요인에 대한 연구가 심도 있게 진행되어야 할 것으로 생각된다.

종실과 나물의 GABA 함량

쌀을 이용한 연구에서는 현미를 받아서킬 경우 다양한 효

Table 6. Comparison of free amino acids content in sprout of mungbean grown in experiment field(mg 100g⁻¹, D.W.).

Cultivars	Asp ^{a)}	Thr	Ser	Glu	a-AAA	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	b-Ala	Lys	His	Arg
Dahyeon	290.9a ^{b)}	252.7c	276.5a	241.9c	66.5b	1.6d	141.1c	818.7b	76.9c	570.7bc	453.0a	207.4c	614.3b	19.5b	317.2d	590.7c	884.5c
Daseon	238.0b	213.0e	246.7c	259.3c	47.2d	1.9c	117.3d	709.3c	66.6d	497.8d	401.8b	190.4d	507.8c	18.6b	352.7b	562.2d	836.4d
Geumsung	224.6bc	267.3b	258.0b	378.5bc	78.8a	2.7a	194.4a	835.6b	92.4a	588.4b	456.1a	278.7a	701.5a	24.5a	332.9c	620.1b	992.2b
Jangan	188.6d	290.5a	281.2a	713.6a	54.6c	1.8c	161.5b	915.7a	88.2b	626.7a	471.6a	264.8b	632.4b	16.9c	381.8	693.2a	1170.0a
Nampyeong	199.7cd	227.0d	224.4d	243.9c	53.9c	2.0b	157.5b	711.8c	69.3d	486.8d	395.7b	201.2c	516.1c	13.5d	322.9	495.8e	796.9e
Soseon	178.9d	225.5d	216.8d	502.1b	41.0e	1.3e	118.5d	811.6b	57.6e	554.8c	364.2c	199.7c	496.4c	18.6b	331.6	609.2bc	876.6c

^{a)}Name of amino acids - Asp:L-Aspartic acid, Thr: L-Threonine, Ser:L-Serine Glu:L-Glutamic Acid, a-AAA: L-2-Aminoadipic Acid, Gly:Glycine, Ala: L-Alanine, Val:L-Valine, Met:L-Methionine, Ile:L-Isoleucine, Leu:L-Leucine, Tyr:L-Tyrosine, Phe:L-Phenylalanine, b-Ala:β-Alanine, Lys:L-Lysine, 1Mehis:L-1-Methylhistidine, His:L-Histidine, Car:L-Carnosine, Arg:L-Arginine

^{b)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

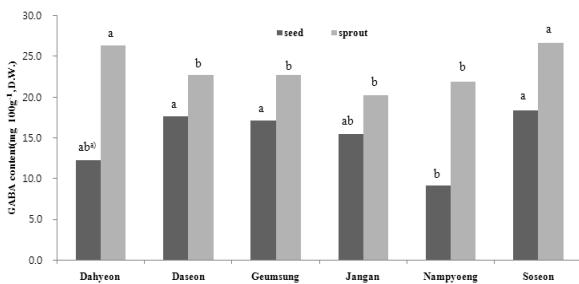


Fig. 6. GABA content of seed and sprout of mungbean cultivars grown in experiment field.

^{a)}Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level

소의 활성화로 인하여 GABA 성분이 증가된다고 알려져 있고(Oh *et al.*, 2007), 종자 발아시 식물체의 성장과 자기방어 기능을 위하여 급격히 증가한다고 알려져 있다(Kinnersley *et al.*, 2000). 이러한 보고와 같이 본 연구에서도 녹두 종실을 나물로 이용시에 GABA 성분이 증가되었다(Fig. 6). '남평' 녹두는 GABA의 함량이 139%로 최고 증가율을 나타냈으며, '다현' 녹두는 114%, '소선' 녹두 44%, '금성' 녹두 32%, '장안' 녹두 31%, 그리고 '다선' 녹두는 29% 증가율을 보였다. 나물에 함유된 GABA 함량은 '소선'(27 mg/100 g) 녹두가 가장 높았고, '다현' 녹두는 26 mg/100 g이었다. 다른 품종들은 이보다 낮은 20~23 mg/100 g 수준의 함량을 보였다.

시금치, 케일, 보리싹, 옥수수 등을 대상으로 GABA 함량을 분석한 보고(Oh *et al.*, 2003)에 따르면 이들 작물에 함유된 GABA 함량은 10 mg/100 g 이하였다. 본 연구에서 분석된 녹두종실과 나물에 함유된 GABA 함량은 다른 작물과 비교해 볼 때 매우 높은 것으로 분석되어 금후 기능성 식품으로서의 효용가치가 크다고 할 수 있다. 특히, 나물로 이용되는 녹두에서 GABA와 같은 유용한 아미노산이 증가되는 사실이 알려지고 GABA의 기능성에 대한 인식이 확대될 경우 녹두나물 관련 식품산업의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

요 약

본 연구는 고랭지 재배된 녹두의 항산화활성 및 유리아미노산 등 기능성물질로 알려진 GABA 함량이 품종 간 그리고 나물 이용 시 어떤 차이가 있는지 살펴보기 위하여 수행되었다. 항산화활성 분석에서 '장안' 녹두의 활성이 높은 것으로 나타났으며, 나물의 활성이 종자보다 높은 것으로 나타났다. 작물의 기능성 관련 지표로 이용되는 총페놀 함량을 분석한 결과 고랭지 재배 녹두의 종실에 함유된 총페놀 함량은 1,186-1,493 $\mu\text{g g}^{-1}$ 범위를 보였고, 나물은 2,321-2,783 $\mu\text{g g}^{-1}$ 으로 분석되어 종실을 나물로 이용 시 총페놀 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 종실의 아미노산 함량 분석 결과, 대부분의 품종에서 glutamic acid 함량이 가장 높게 나타났으며 특히 '소선' 녹두의 함량이 높았다. 이들 아미노산 함량은 녹두나물 제조 시 현저히 증가되는 경향을 보였다. Valine과 arginine의 함량이 700mg 100g⁻¹ 이상으로 가장 높은 함량을 보였다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 녹두는 독특한 기능성 식품으로서의 개발 가능성이 높아 금후 새로운 대체작물로의 활용 가능성이 높을 것으로 생각된다.

참고문헌

- Cho, S. H., Kwon, O. S., Kwon, H. B., Kim, S. Y., Kim, W. S., Kim, C. K., Park, S. S., Bae, J. H., Lee, C. J., Chang, S. H., Jeong, H. S., Choi, J. W., 2007. *Concepts in Biochemistry*, pp.597-600, third ed. Worldscience, Korea.
- Choi, K. S., Kim, Z. U., 1985. Changes in lipid components during germination of mungbean, *Korean J. Food Sci. technol.* 17(4), 271-275.
- Chung, I. M., Kim, S. H., 2004. Analysis of phenolic compounds, *Korean J. Crop Sci.* 49(spc1), 43-50.
- Hong, D. O., Jeon, S. H., Lee, C. W., Kim, H. Y., Kang, J. H., 2008. Morphological characters and color mungbean sprouts affected by water

- supplying on the harvest day, *Korean J. Crop Sci.* 53(1), 28-33.
- Hyon, S. W., Ko, M. S., Song, C. H., Kang, Y. K., 1992. Effects of row spacing on growth and yield of mungbean, *Korean J. Crop Sci.* 37(4), 335-338.
- Jung, B. M., Roh, S. B., 2004. Physicochemical quality comparison of commercial *Doenjang* and traditional green tea *Doenjang*, *J. Korean Soc Food Sci Nutr.* 33(1), 132-139.
- Kang, J. H., Ryu, Y. S., Yoon, S. Y., Jeon, S. H., Jeon, B. S., 2004. Growth of mungbean sprouts and commodity temperature as affected by water supplying methods, *Korean J. Crop Sci.* 49(6), 487-490.
- Kang, Y. H., Lee, J. O., Chung, H. B., Lee, K. Y., 1971. A study on nitrogen compounds and the vicissitude of free amino acids in mungbean staute, *Korean J. Nutrition* 4(1), 63-67.
- Kim, B. J., Kim, J. H., Hoe, M. Y., Kim, H. P., 1998. Antioxidant and anti-inflammatory activities of the mungbean, *Cosmetics and Toiletries magazine* 113, 71-74.
- Kim, D. K., Chon, S. U., Lee, K. D., Kim, J. B., Rim, Y. S., 2008. Variation of flavonoids contents in plant parts of mungbean, *Korean J. Crop Sci.* 53(3), 279-284.
- Kim, D. K., Choi, J. G., Lee, Y. S., Son, D. M., Moon, J. K., Oh, Y. J., Kim, K. H., 2009a. A new mungbean clutivar, "Dahyeon" with many pod and high yielding, *Korean J. Breed. Sci.* 41(1), 36-39.
- Kim, D. K., Park, G. R., Shin, S. H., Han, W. Y., Oh, K. W., Choi, Y. M., Na, Y. W., Ko, H. C., Gwak, J. K., Cho, G. T., 2006. Mungbean. RDA.
- Kim, D. K., Son, D. M., Chon, S. U., Lee, K. D., Kim, K. H., 2009b. Phenolic compounds content and DPPH, ADH, ALDH activities of mungbean sprout based on growth temperature, *Korean J. Crop Sci.* 54(1), 1-6.
- Kim, K. J., Kim, K. H., Kim, Y. H., 1981. Comparative studies on growth patterns of pulse crops at different growing seasons, *Korean J. Crop Sci.* 26(3), 243-250.
- Kim, S.H., Song, H. K., Ahn, J. K., Kim, J. T., Hahn, S. J., Chung, I. M., 2004. Changes of phenol compounds according to storing years in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 49(2):82-88.
- Kim, Y. S., Han, Y. B., Yoo, Y. J., Jo, J. S., 1981. Studies on the composition of Korean mungbean, *Korean J. Food. Sci. technol.* 13(2), 146-152.
- Kinnersley, A. M., Turano, F. J., 2000. Gamma aminobutyric acid(GABA) and plant response to stress. *Crit. Rev. Plant Sci.* 19, 479-509.
- Ko, M. S., Park, B. H., Rhee, H. J., 1982. A study on the changes of fatty acid composition in seeds of mungbean during the ripening process, *Korean J. Nutrition & Food.* 11(3), 75-79.
- Ko, M. S., Park, B. H., 1983. Changes of sugar contents of mungbean during germination, *Korean J. Food & Nutrition.* 12(3), 236-239.
- Ko, M. S., Lee, Y. B., 1988. The effects of ultrasonic irradiation on germination of mungbean, *J. Korean Soc. Food Nutr.* 18(2), 153-159.
- Lim, S. D., Kim, K. S., 2009. Effects and utilization of GABA, *Korean J. Dairy Sci. technol.* 27(1), 45-51.
- Myung, J. U., Hwang, I. K., 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extracts, *Korea Soybean Digest* 25(1), 23-29.
- Oh, S. H., Moon, Y. J., Oh, C. H., 2003. γ -Aminobutyric Acid (GABA) Content of Selected Uncooked Foods. *Nutraceuticals & Food.* 8, p.75-78.
- Oh, S. H. 2007. Effects and application of germinated brown rice with enhanced levels of GABA. *Food Sci. Industry* 40, 41-46.
- Rural Development Administration (RDA). 1999. Recommended Standard Fertilization for Crops, RDA, Korea.
- Singleton V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos R. M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology.* 299, 152-178.
- Zhuang, X. P., Lu, Y. Y., Yang, G. S., 1992. Extraction and determination of flavonoid in ginkgo, *Chinese Herbe Med.* 23,122-124.