

한국산 작두콩의 부위별 화학성분

조영수 · 배영일 · 심기환
경상대학교 식품공학과

Chemical Components in Different Parts of Korean Sword Bean(*Canavalia gladiata*)

Young-Soo Cho, Young-Il Bae and Ki-Hwan Shim
Department of Food Science and Technology, Gyeongsang National University

Abstract

The chemical components in different parts such as seed, cotyledon, hull, pod, leaf, stem and root of Korean sword bean(*Canavalia gladiata*) were determined in this study. The contents of total sugar and protein were relatively higher in cotyledon than other parts. The highest mineral component was K, Ca in root and leaf, respectively. In case of organic acids, relatively higher content of oxalic acid(2,556 mg%), citric acid(573 mg%) was found in leaf and pod, respectively. Among free sugars, the contents of sucrose(3.80%), fructose(2.17%) were the highest contents in hull and stem, respectively. The highest component total amino acids in cotyledon and leaf, pod, stem, and root was glutamic acid(592 mg%), glutamic acid(429 mg%), proline(497 mg%), lysine(328 mg%) and arginine(714 mg%), respectively. Among fatty acids in hull and pod, palmitic acid(32.75%, 21.93%) was high in saturated fatty acid fraction, while linoleic acid(39.15%, 43.03%) was high in polyunsaturated fatty acid fraction.

Key words : *Canavalia gladiata*, mineral, organic acid, free sugar, fatty acid

서 론

작두콩(*Canavalia gladiata*)은 콩과의 한해살이 덩굴성 식물로서 줄기에 털이 없으며, 대체로 6~7월에 꽃이 피며 8~10월에 걸쳐 열매인 꼬투리를 맺고 늦가을에 열매가 익는다. 열매는 활모양으로 그 모양이 작두같다하여 작두콩 또는 도두(刀豆)라 부르며, 완숙해 건조된 콩알의 길이는 2~3.5 cm, 넓이는 1~2 cm, 두께는 0.5~1.2 cm이다(1). 동남아시아 열대지방 원산으로 우리나라의 남부지방이 재배에 알맞으며, 특히 작두콩에는 urease, hemagglutinine, canavanine, canavalia gibberellin I 과 II를 함유하고 있으며, 민간

요법에서 종자, 깍지, 줄기 및 뿌리는 이질, 구역질, 치질, 축농증, 요통, 비만, 변비, 설사 및 딸국질에 효능이 있다고 알려져 있다(1).

이와 같이 작두콩은 여러 가지 유효한 약효성분을 함유한 기호성이 뛰어난 작물로서 작두콩의 소비 촉진 및 부가가치 향상을 위해 기호성과 상품성을 높일 수 있는 각종 전통발효식품, 기능성 식품개발에 관한 연구를 적극적으로 해야할 필요가 있는데 비해 국내에서는 작두콩의 부위별 성분함량 및 조성비교에 관한 보고는 미약한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 한국산 작두콩을 종자, 작업, 껍질, 깍지, 잎, 줄기, 및 뿌리로 구분하여 식품으로서의 활용도를 높이기 위한 노력으로 작두콩의 부위별 화학성분 즉, 일반성분, 무기질 조성, 비타민 C, 유기산, 유리당, 구성아미노산 및 지방산 등을 연구

Corresponding author: Ki-Hwan Shim, Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

하여 각종 전통발효식품, 기능성 식품 및 의약품 개발의 기초자료로서 이용하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 작두콩은 꽃이 피기 시작하는 1998년 6월에서 콩알이 익는 10~11월사이에 경남 진주 근교에서 재배된 것을 실험에 사용하였으며, 작두콩의 부위별 화학성분은 종자, 자엽, 껍질, 각지, 잎, 줄기 및 뿌리로 구분하여 실험하였다.

일반성분 분석

A.O.A.C의 방법(2)에 따라 수분은 105°C 건조후 함량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 Auto-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였고, 환원당은 DNS법으로, 총당은 산가수분해후 환원당을 측정하였으며, 조회분은 550°C 직접회화법으로 측정하였다.

무기성분 분석

작두콩의 부위별 무기성분 분석은 배와 심등의 방법(3)에 따라 각 시료 1 g에 분해용액(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O₂ = 9 : 2 : 5) 25 ml를 가하여 열판(hot plate)에서 무색으로 변할때까지 분해한 후 100 ml로 정용하여 여과한 후 Inductively coupled plasma(Aton scan 25, Thermo Jamell Ash Co., France)로 분석하였으며 분석 조건은 approximate RF power 1,150W이며, analysis pump rate는 100 rpm으로 하였고, nebulizer pressure와 observation height는 각각 30 psi 및 15 mm로 하였다.

비타민 C 분석

작두콩의 부위별 비타민 C 분석은 김 등의 방법(4)에 따라 추출 후 추출 용액 100 ml에 비타민 C의 함량이 1.5~2.5 mg이 되도록 시료를 위하여 5%의 metaphosphoric acid로 저온에서 신속히 추출하여 분석 시료를 제조하였다. 1, 2, 3 mg%의 ascorbic acid 용액을 제조하여 표준 검량 곡선을 작성하였다. HPLC column은 YMC-Pack polyamine II(4.6 mm i.d.×250 mm)이었으며, 온도는 40°C, 용매는 acetonitrile/50 mM NH₄H₂PO₄, 용매의 이동 속도는 1.0 ml/min, 시료의 주입량은 20 µl였으며 검출기는 UV 254 nm를 사용하였다.

유기산 분석

작두콩의 부위별 유기산 분석은 각 시료를 60°C에서 일정하게 건조시킨 후 20 mesh로 분쇄한 다음 5 g을 평취한 다음 Court와 Hendel 등의 방법(5)에 준하여 GLC(Hewlett packard 5890 series, U.S.A)로 분석하였다. 즉, 실온에서 12% 황산/메탄올으로 20시간 추출하여 methyl ester화 시킨 다음 유기산 methyl ester를 클로로포름으로 추출 분획시켜 클로로포름 추출액을 sodium sulfate로 탈수 시킨 후 40°C에서 감압농축시켜 유기산의 분석시료로 사용하였으며, column은 Supelcowax 10(60 m ×0.32 mm I.D)을 사용하였고, column oven temp.와 detector의 FID temp.은 각각 100°C와 240°C로 하였으며, carrier gas는 N₂를 사용하였고, split ratio는 40 : 1로 하였다.

유리당 분석

작두콩의 부위별 유리당 분석은 각 시료를 마쇄한 후 정청하여 최 등의 방법(6)으로 유리당 회분을 얻은 다음 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 Sep-pak C18로 색소 및 단백질 성분을 제거한 다음 HPLC (Water 486, U.S.A)로 분석하였으며, column은 Aminex Carbohydrate HPX 42-A를 사용하였고, solvent와 flow rate는 Distilled water와 0.6 ml/min, detector는 RI로 하였고, injection volume는 5 µl로 하였다.

구성 아미노산 분석

작두콩의 부위별 구성 아미노산 분석은 시료를 일정량 정청하여 6N-HCl 용액을 가하고 진공밀봉하여 heating block(110±1°C)에서 24시간 동안 가수분해시킨 후 glass filter로 여과한 여액을 rotary vacuum evaporator를 이용하여 HCl을 제거하고 증류수로 2회 세척한 다음 감압농축하여 sodium citrate buffer(pH 2.2) 2 ml로 용해한 후 0.2 µm membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기를 이용하여 분석하였으며, column은 ultrapac 11 cation exchange resin(11 µm ± 2 µm)를 사용하였고, flow rate와 buffer exchange는 ninhydrin 25 ml/hr와 pH 3.20~10.0으로 하였으며, column temp.와 reaction temp.은 각각 46°C와 88°C로 하였고, analysis time은 44 min로 하였다.

지방산 분석

조지방 추출은 분쇄된 시료를 원통여지(Whatman cat No. 2800260)에 넣고 ethyl ether를 가하여 Soxhlet 추출법으로 약 16시간 추출한 다음 추출물을 감압

농축시켜 증량법으로 함량을 측정하였다. 지방산 분석은 상기와 같이 추출하여 얻은 조지방질 약 200 mg을 취하여 Metcalf 등의 방법(7)에 준하여 즉, 지방 추출물에 0.5N-NaOH/MeOH과 BF₃-MeOH을 각각 첨가한 후 85℃에서 10분간 methyl ester화 시킨 다음 n-heptan 4 ml을 첨가하여 4~5분간 방치하고, NaCl 포화용액 2 ml과 ether 20 ml을 첨가한 후 ether층을 감압·농축하여 GLC(Hewlett packard GC 5890, U.S.A)로 분석하였으며, column은 fused silica capillary(30 cm×0.25 mm ID)를 사용하였고, injector temp.와 column oven temp.은 각각 250℃와 200℃로 하였으며, detector의 FID temp.와 carrier gas는 250℃와 N₂로 하였고, split ratio는 30 : 1로 하였다.

결과 및 고찰

일반성분 조성

작두콩의 부위별 일반성분을 분석하기 위하여 종자, 자엽, 껍질, 각지, 잎, 줄기 및 뿌리로 구분하여 분석한 결과는 Table 1과 같다. 일반성분 중 수분은 각지에서 86.1%, 조단백질과 총당은 자엽에서 9.3%와 19.8%, 환원당은 잎에서 4.2%, 조지방은 껍질에서 2.5%, 회분은 잎에서 5.2%로 각각 높게 나타났다.

Table 1. Proximate composition in different parts of Korean sword bean

Sample	Moisture	Total sugar	Crude protein	Crude fat	Ash
Seed					
Whole	71.3	10.7(1.7) ¹⁾	7.6	1.1	1.3
Cotyledon	65.4	19.8(2.7)	9.3	1.3	1.2
Hull	77.9	2.8(2.0)	4.6	2.5	1.7
Pod	86.1	3.9(3.4)	2.1	1.1	0.8
Leaf	70.9	5.1(4.2)	5.0	1.2	5.2
Stem	75.4	8.3(2.1)	1.5	0.6	1.3
Root	80.3	4.1(1.3)	2.0	1.5	3.5

¹⁾ Reducing sugar.

무기성분 함량

작두콩의 부위별 무기성분 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 작두콩의 부위별 무기성분중 칼륨, 칼슘, 마그네슘 및 나트륨 등이 높게 나타났으며 망간, 아연, 구리 등은 미량으로 나타났다. 줄기와 뿌리에서 칼륨이 각각 1,807.4 ppm과 2,790.0 ppm, 잎과 줄기에서 칼슘이 각각 2,114.0 ppm과 1,117.4 ppm, 잎

과 뿌리에서 마그네슘이 각각 603.8 ppm과 1,057.8 ppm으로 높은 함량이었으며, 줄기와 뿌리에서 나트륨이 각각 431.8 ppm과 629.0 ppm, 잎과 뿌리에서 철이 각각 446.8 ppm과 1,447.0 ppm으로 다른 부위에 비해 높게 나타난 반면 망간, 아연 및 구리 등은 미량으로 나타났다. 이와같은 결과는 대두에서 칼슘 127 mg%, 인 490 mg% 및 철 7.6 mg%라는 보고(8)와 비교할 때 작두콩의 종자와 자엽의 칼슘과 철의 함량은 다소 높게 나타났다.

Table 2. Content of minerals in different parts of Korean sword bean

Sample	Na	Mg	K	Ca	Mn	Zn	Cu	Fe
Seed								
Whole	142.6	249.1	1,656.7	657.3	5.7	3.7	0.6	14.4
Cotyledon	175.8	175.8	1,757.4	588.6	6.6	9.0	ND	35.0
Hull	272.0	298.0	1,505.8	760.2	4.2	11.9	2.3	27.2
Pod	398.2	353.8	1,617.8	1,067.0	ND ¹⁾	11.8	ND	75.6
Leaf	400.4	603.8	1,670.2	2,114.0	26.8	20.4	1.7	446.8
Stem	431.8	552.4	1,807.4	1,117.4	0.5	15.4	ND	89.3
Root	629.0	1057.8	2,790.0	814.4	27.4	21.8	21.8	1,477.0

¹⁾ Not detected.

비타민 C 함량

작두콩의 부위별 비타민 C 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 종자에서 5.4 mg%, 자엽에서 6.5 mg%, 껍질에서 1.1 mg%, 잎에서 5.9 mg%, 줄기에서 8.9 mg%, 뿌리에서 6.2 mg%로 나타났으며, 각지에서는 검출되지 않았다. 주 등(9)의 식품성분표준 일반콩류에서는 비타민 C가 검출되지 않았으나 작두콩의 종자와 자엽에서 각각 5.4 mg%, 6.5 mg%가 검출되었다.

Table 3. Content of vitamin C in different parts of Korean sword bean

Sample	Content
Seed	
Whole	5.4
Cotyledon	6.5
Hull	1.1
Pod	ND ¹⁾
Leaf	5.9
Stem	8.9
Root	6.2

¹⁾ Not detected.

유기산 함량

작두콩의 부위별 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 즉, 각 부위 중의 주요 유기산은 oxalic acid, malonic acid, malic acid 및 citric acid가 대부분이었다. 종자, 자엽 및 각지에서는 citric acid가 각각 158 mg%, 223 mg% 및 573 mg%, 각지, 잎, 줄기에서 oxalic acid는 각각 445 mg%, 2,556 mg% 및 1,417 mg%, 잎에서는 malonic acid 478 mg%, 각지에서는 malic acid의 함량이 511 mg%로 각각 높게 나타났다. 배와 심(10)은 비파잎의 유기산 중 oxalic acid가 1,693.70 mg%, 이(11)는 구기자 잎의 유기산 중 oxalic acid 61.1 mg%로 나타났다고 보고한 결과와 비교할 때 본 연구결과의 작두콩 잎의 경우 비파잎과 구기자잎에 비해 oxalic acid의 함량이 높게 나타났다.

Table 4. Content of organic acids in different parts of Korean sword bean (unit : mg%, dry basis)

Components	Seed			Pod	Leaf	Stem	Root
	Whole	Cotyledon	Hull				
Pyruvic acid	ND ¹⁾	ND	ND	4	5	ND	7
Oxalic acid	4.4	ND	14	445	2,556	1,417	484
Malonic acid	2.6	4	19	144	478	183	84
Fumaric acid	3	6	7	12	4	ND	4
Succinic acid	6	ND	10	44	8	15	19
Maleic acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Malic acid	56	20	94	511	93	79	41
α -Ketoglutaric acid	2	3	ND	16	10	ND	ND
Citric acid	158	223	72	573	237	114	108
Total O.A	233	256	216	1,749	3,391	1,808	747

¹⁾ Not detected.

유리당 함량

작두콩의 부위별 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 껍질은 sucrose 3.80%, 줄기는 glucose와 fructose가 각각 1.23% 및 2.17%, 자엽에서는 maltose가 0.45%로 나타났다. Rhamnose는 잎에서만 미량으로 검출되었으며, xylose는 모든 부위에서 검출되지 않았다. 고(12)는 대두의 재배기간중 종실중의 유리당류의 변화에서 결실기간중 sucrose, glucose는 계속 존재하며, 주(8)는 대두에는 sucrose가 4.2% 함유되어 있다고 보고한 결과와 비교할 때 본 연구결과의 종자와 껍질에는 sucrose의 함량이 각각 1.98%와 3.80%로 다소 낮게 나타났다.

Table 5. Content of free sugars in different parts of Korean sword bean (unit : %, wet basis)

Sample	Sucrose	Glucose	Fructose	Maltose	Rhamnose	Xylose
Seed						
Whole	1.98	0.20	0.50	0.07	ND ¹⁾	ND
Cotyledon	0.01	0.10	0.28	0.45	ND	ND
Hull	3.80	0.31	0.62	ND	ND	ND
Pod	0.05	1.13	1.70	ND	ND	ND
Leaf	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Stem	0.34	1.23	2.17	ND	ND	ND
Root	ND	0.02	0.70	ND	ND	ND

¹⁾ Not detected.

Table 6. Total amino acids in different parts of Korean sword bean (unit : mg%)

Composition	Seed			Pod	Leaf	Stem	Root
	Whole	Cotyledon	Hull				
Aspartic acid	210	552	257	314	352	175	151
Threonine	192	292	191	73	197	63	77
Serine	179	297	137	43	196	74	92
Glutamic acid	336	592	261	11	429	137	133
Proline	183	364	71	497	269	120	ND ¹⁾
Glycine	138	239	90	34	214	60	72
Alanine	176	273	126	36	226	67	88
Cystine	34	106	32	7	82	15	12
Valine	218	266	265	49	210	76	90
Methionine	8	105	44	9	76	17	8
Isoleucine	210	257	239	41	203	60	18
Leucine	258	64	221	56	297	94	112
Tyrosine	116	279	82	21	174	29	35
Phenylalanine	247	357	130	46	270	83	84
Histidine	158	244	77	51	110	36	51
Lysine	230	330	169	52	245	328	128
Arginine	259	386	126	356	222	63	714
Total A.A.	2,893	4,617	2,392	1,340	3,550	1,434	1,152
Total E.A.A. ²⁾	1,521	1,915	1,336	371	1,608	857	568

¹⁾ Not detected.

²⁾ E.A.A : essential amino acid (Thr+Val+Met+Ile+Leu+Phe+His+Lys).

구성 아미노산 함량

아미노산은 단백질 식품의 품질을 결정하는 인자로서 작두콩의 부위별 구성 아미노산의 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 종자, 자엽 및 잎에서는 glutamic acid가 각각 336 mg%, 592 mg%와 429 mg%로 나타났으며, 껍질과 줄기에서는 valine과 lysine의 함량이 각각 265 mg%와 328 mg%, 뿌리에서는 arginine이 714 mg%로 각각 높게 나타났다. 그리고 필수 아

미노산의 함량은 자엽부에서 가장 높게 나타났다. 국내산 두류의 아미노산 조성중 glutamic acid의 함량이 998 mg%라는 보고(13)에 비해 작두콩의 종자, 자엽 및 껍질에는 그 함량이 낮았으며, 야생더덕의 아미노산 조성에서 arginine의 함량은 1,560 mg%(14)로 작두콩의 뿌리에 비해 그 함량은 높게 나타났다.

지방산 조성

작두콩의 부위별 지방산 조성을 GC로 분석한 결과는 Table 7과 같다. 종자, 자엽, 껍질, 각지, 잎, 줄기 및 뿌리에서 9종, 각지에서 8종이 분리되었으며 그 중 모든 부위에서 포화지방산인 palmitic acid와 oleic acid의 함량이 높았으며, 종자와 자엽에서 각각 20.90%와 34.67%로 높게 나타났다. 불포화지방산인 linoleic acid의 함량은 껍질과 각지에서 각각 39.15%와 43.03%로 높게 나타났으며, 불포화지방산인 linolenic acid와 포화지방산인 stearic acid, myristic acid, lauric acid순으로 지방산 조성이 낮게 나타났다.

이 (15)는 대두 품종별 지방산 함량중 불포화지방산인 linoleic acid의 평균함량은 47.61%로 나타났다고 보고하여 본 연구의 껍질, 각지와는 비슷한 경향이었으나 종자, 자엽에 비해 다소 높은 경향이였다.

Table 7. Fatty acid compositions in different parts of Korean sword bean

Unit : %

Components	Seed			Pod	Leaf	Stem	Root
	Whole	Cotyledon	Hull				
Lauric acid	0.11	0.06	0.15	ND ¹⁾	0.51	0.47	0.18
Myristic acid	0.45	0.52	0.69	0.40	1.74	1.33	5.84
Palmitic acid	20.90	17.17	32.75	21.93	22.17	27.97	22.62
Stearic acid	1.92	0.08	4.26	4.15	8.32	8.10	3.09
Oleic acid	20.01	34.67	4.86	3.86	17.63	10.79	21.41
Linoleic acid	30.50	29.13	39.15	43.03	18.72	29.00	16.79
Linolenic acid	9.50	11.65	11.74	21.20	15.95	ND	3.49
Arachidic acid	0.60	0.58	0.93	1.19	1.22	1.77	3.10
Arachidonic acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2.01
Behenic acid	0.70	0.45	1.30	1.21	1.25	2.19	9.52
Others	15.31	5.69	4.17	3.03	12.49	18.38	11.95

¹⁾ Not detected.

요 약

한국산 작두콩을 부위별(종자, 자엽, 껍질, 각지, 잎, 줄기 및 뿌리)로 구분하여 화학성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 작두콩의 부위별 일반성분 중 총 당과 조단백질은 다른 부위에 비해 자엽에서 높게

나타났으며, 무기성분은 뿌리에서 칼륨, 잎에서는 칼슘의 함량이 높게 나타났으며, 유기산은 잎의 경우 oxalic acid가 2,556 mg%, 각지는 citric acid가 573 mg%로 가장 높았다. 유리당은 껍질에서 sucrose가 3.80%, 줄기의 경우 fructose가 2.17%로 각각 높게 나타났다. 구성 아미노산은 자엽과 잎에서 glutamic acid가 각각 592 mg%와 429 mg%, 각지에서 proline 497 mg%, 줄기에서 lysine 328 mg% 및 뿌리에서는 arginine이 714 mg%로 가장 높게 나타났다. 껍질과 각지의 지방산 함량은 포화지방산인 경우 palmitic acid가 각각 32.75%와 21.93%이였으며, 불포화지방산의 경우는 linoleic acid가 각각 39.15%와 43.03%로 높게 나타났다.

참고문헌

1. 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순 (1997) 중약대사전. 도서출판 정담, p. 1235
2. A.O.A.C 15th ed. (1990) Association of Official Analytical Chemists., p. 1017
3. 배영일, 심기환(1998) 한국산 비파의 부위별 영양 성분. 농산물저장유통학회지, 5(1), 57-63
4. 김순동, 윤수홍, 강명수, 박남숙 (1986) 각두기의 숙성에 미치는 감압 및 polyethylene film 포장처리 효과. 한국영양식품학회지, 15(1), 39
5. Court, W.A and Hendel, J.G. (1978) Determination of non-volatile organic acid and fatty acid in flue cured tabaco by gas chromatography. *J. chromatogr. Sci.*, 16, 314-318
6. 최진호, 장진규, 박길동, 김명환, 오성기(1981) 고속액체크로마토그래피에 의한 인삼 및 인삼제품 중의 유리당의 정량. 한국식품과학회지, 13(2), 107-113
7. Metcalf, L.D., Schmits, A.A. and Pelka, J.R. (1966) Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, 38(3), 514
8. 주진순 (1992) 콩의 영양. 한국콩연구회지. 2(1), 16-18
9. 주강규, 조황연, 박충균, 조규성, 성수규, 마상조 (1995) 식품분석법, 학문사, p. 602~603
10. 배영일, 심기환(1998) 한국산 비파의 부위별 영양 성분. 농산물저장유통학회지, 5(1), 57-63
11. 이경행(1994) 한국산 구기엽의 채취시기가 품질 성분 및 기능성 성분 함량에 미치는 영향. 충남대학교 석사학위논문
12. 고무석(1971) 곡류에 관한 연구(제1보) 맥류 및

- 대류의 성숙에 따른 유리당 함량의 변화. 전남대 논문집, 17, 365-372
13. 이서래 (1977). 두류 ; 기타대두가공식품. 한국식품 연구문헌총람. 2, 55-65
14. 김혜자 (1985) 자연산과 재배 더덕의 일반성분 및 아미노산 조성. 한국식품과학회지, 17(1), 22-25.
15. 이철호 (1985). 두류 ; 두류의 성분. 한국식품연구문헌총람 3, 50-71

(1999년 8월 16일 접수)