

연구노트

국내 콩(*Glycine max* L.)자원의 lutein 함량

최용민 · 임 호 · 우선희¹ · 김홍식¹ · 정승근¹ · 이준수*

충북대학교 식품공학과, ¹충북대학교 식물자원학과

Lutein Contents of Soybeans (*Glycine max* L.) Cultivated in Korea

Youngmin Choi, Ho Lim, Sunhee Woo¹, Hong Sik Kim¹, Seung-Keun Jong¹, and Junsoo Lee*

Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University

¹Department of Crop Science, Chungbuk National University

Abstract Little is known about the genetic variability in lutein content for soybeans (*Glycine max* L.) cultivated in Korea. Therefore, the objective of this study was to screen high quality soybean cultivars for lutein content. The lutein contents of 23 recommended varieties, 56 sauce varieties, 44 sprout varieties, and 40 local varieties were determined by saponification followed by reversed phase high performance liquid chromatography (HPLC). We found that IT No. 153398 and 22789, originating from sauce and local varieties, respectively, contained significantly higher amounts of lutein as compared to the other 161 samples. Moreover, relevant quantitative differences were found among the samples, which had lutein contents ranging from 83 to 402 µg/100 g in the recommended varieties, from 39 to 778 µg/100 g in the sauce varieties, from 52 to 589 µg/100 g in the sprout varieties, and from 106 to 861 µg/100 g in the local varieties, respectively. In summary, this study provides reliable lutein data for soybean cultivars that can be used for breeding studies and the development of functional foods.

Key words: soybean, lutein, HPLC, saponification

서 론

최근 연구 결과에 의하면 식물성 식품을 섭취하는 것이 여러 만성질환의 예방에 도움이 되며 이는 식물성 식품 내 생리활성 물질의 작용인 것으로 밝혀지고 있다(1). 콩(*Glycine max* L.)은 양질의 단백질과 지질을 함유하고 있어 국내에서는 각종 장류, 두부, 두유 및 식물성기름 등의 식품 원료로 이용되고 있다. 뿐만 아니라 콩에는 isoflavone, vitamin E, phytosterol, carotenoid 등의 다양한 생리활성 성분을 함유하는 것으로 보고되었다(2,3).

콩에 존재하는 생리활성 성분 중 carotenoid는 체내에서 일중 항산화제를 제거함으로써 체내 주요물질인 DNA나 불포화지방산의 산화를 방지하는 것으로 보고되었다(4). 콩에 존재하는 carotenoid는 품종에 따라 큰 차이를 보이는데 α-carotene, β-carotene, lutein 등이 존재한다. 이중 lutein은 zeaxanthin의 이성체로 체내에서 주로 안구조직 즉 수정체와 망막의 황반에 존재하며 시금치나 브로콜리 등의 짙은 엽채류가 주요 급원식품으로 알려져 있다(5,6). 최근 연구에 의하면 혈중 carotenoid 농도가 높은 사람에게서 백내장 발병률이 감소함이 보고되었으며 lutein의 섭취가 노인인구 시력손상의 위험성을 낮출 수 있는 것으로 밝혀지고 있다(7,8). 시력보호의 기능뿐만 아니라 lutein이 면역활성, 항암활성을 가지

며 피부손상방지와 심혈관계질환을 예방하는 등 여러 만성질환의 예방과 상관성이 있음이 보고되었다(9-11).

콩 품종연구는 isoflavone의 체내 생리활성이 부각되면서 isoflavone의 지역, 품종, 재배년도 등의 변이 간 상관관계 연구가(12,13) 활발히 진행되었지만 lutein 함량 대한 콩 품종연구는 국내 뿐 아니라 외국에서도 전무한 상태이다. 따라서 본 연구는 국내 콩 자원의 lutein 함량 변이를 분석함으로써 신품종 육성연구와 기능성 식품 개발을 위한 기초 자료를 제시하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 연구에서는 장려품종(recommended variety) 23종과 육성품종 140종[장콩품종(sauce variety) 56종, 나물콩품종(sprout variety) 44종, 지역재래품종(local variety) 40종]을 2006년 충북대학교 식물자원학과에서 제공받아 lutein 분석에 사용하였으며 콩 시료는 분쇄기를 이용하여 균질화한 뒤 -70°C에 보관하면서 분석에 사용하였다. Lutein 표준물질은 Wako사(Osaka, Japan)에서 구입하였으며 acetonitrile, methanol, triethylamine, 1,2-dichloromethane은 J.T. Baker사(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 HPLC 등급을 구입하였다.

검화법을 이용한 lutein 분석

균질화된 시료 약 8g에 lutein의 산화를 방지하기 위하여 6% pyrogallol을 포함한 에탄올 20 mL을 첨가한 뒤 sonicator를 이용하여 5분간 시료의 조직을 연화시킨 후 5 mL의 60% KOH 용액을 가하였다. Air condenser를 추출용기에 연결하여 80°C water bath에서 시료를 검화시키고 0.01% butylated hydroxytoluene(BHT)

*Corresponding author: Junsoo Lee, Department of Food Science and Technology, Chungbuk National University, 12 Gaeshin-dong, Heungduk-gu, Cheongju, Chungbuk 361-763, Korea
 Tel: 82-43-261-2566
 Fax: 82-43-271-4412
 E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr
 Received July 31, 2007; accepted September 3, 2007

를 함유한 추출용매(hexane:ethyl acetate, 85:15, v/v) 20 mL를 가하여 lutein을 3번 반복 추출하여 100 mL로 정용하였다. 이 추출물 5 mL를 질소가스를 이용하여 농축시킨 뒤 1 mL의 이동상에 재 용해하였다. Membrane filter(0.22 µm)를 이용하여 추출물을 여과한 뒤 역상 HPLC로 분석하였다(14).

HPLC 조건

역상 HPLC 장치로는 solvent delivery pump M930(Young Lin Inc., Anyang, Korea)과 M720 UV/VIS detector(Young Lin Inc.)를 이용하였다. 분석 컬럼은 Grace Vydac 201TP54 컬럼(4.6 × 250 mm; i.d., 5 µm)을 구입하여 사용하였으며 이동상(acetonitrile : methanol : 1,2-dichloromethane, 65 : 30 : 5)의 유속을 1.0 mL/min으로 조정하였다. Lutein 검출은 450 nm에서 실시하였고 최종 시료 주입량은 20 µL이었다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 통계분석용 프로그램인 SAS Package(Statistical Analysis System, SAS Institute Inc.)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 5% 유의 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

장려품종의 lutein 함량 변이

본 연구에서 사용된 콩 시료는 크게 장려품종(recommended variety)과 육성품종으로 나뉘며 육성품종은 다시 장콩(sauce variety), 나물콩(sprout variety), 지역재래종(local variety)으로 나뉜다. 시료의 IT No.는 identification number의 약자로서 이는 농촌진흥청 유전자원과에 등록되어있는 각 품종 고유번호를 의미한다. ‘광교’(IT No. 021782)를 시작으로 현재까지 많은 품종의 육종이 있어왔는데 장려품종은 인위적인 목적에 따라 많은 단계의 육종을 거쳐 만들어진 품종을 말한다. 장려품 23종의 평균 lutein 함량은 240.27 ± 90.74 µg/100 g으로 IT No. 212860이 83.41 µg/100 g으로 가장 낮은 함량을 나타내었다. 반면 IT No. 24634는 402.48 µg/100g으로 가장 높은 lutein 함량을 나타내었다(Table 1). Kanamaru 등(15)은 일본 재배콩 490종의 lutein 함량변이를 연구하였는데 약 400종 이상이 160-600 µg/100 g의 함량을 나타내어 본 연구결과와 유사한 lutein 분석치를 보고하였다. 반면 Edelenbos 등(16)은 완두콩 5품종의 lutein 함량을 1,200-1,900 µg/100 g 수준으로 보고하였으며 본 연구의 장려품종 분석치와 상당한 차이를 나타내었다. 이는 품종 간 변이뿐 아니라 콩 재배 지역의 기후 및 토양 조건의 차이에서 비롯되는 것으로 생각된다. 장려품종과 나머지 품종 간의 lutein 평균함량을 비교한 결과 품종 간에는 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$).

육성품종의 lutein 함량 변이

육성품 140종의 lutein 함량 변이는 Table 1에 나타내었다. 장콩(sauce variety)은 장류제조에 사용되는 콩을 의미하며 그 평균치는 271.83 ± 159.60 µg/100 g이었고 IT No. 104843이 39.28 µg/100 g으로 가장 낮은 함량을 IT No. 153398이 777.73 µg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 나물콩(sprout variety)은 콩나물 재배에 사용되는 콩으로 평균 lutein 함량은 300.44 ± 125.65 µg/100 g이었고 IT No. 143290(51.91 µg/100 g)이 가장 낮은 함량을 IT No. 25490(588.88 µg/100 g)이 가장 높은 분석치를 나타내었다. 지역재래종(local variety)의 경우 그 평균치는 275.76 ± 126.59 µg/

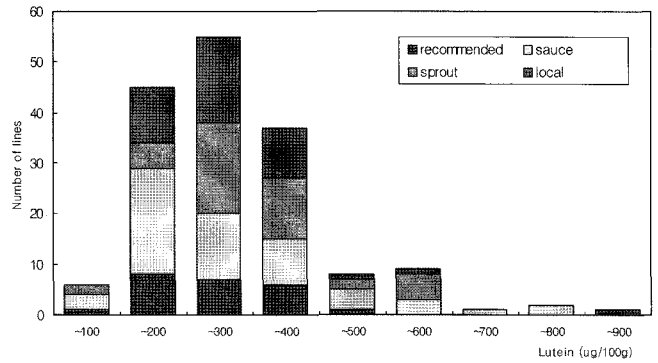


Fig. 1. Frequency distribution of lutein contents in soybean cultivars.

100 g이었고 IT No. 21867이 106.46 µg/100 g 가장 낮은 함량을 IT No. 22564가 861.07 µg/100 g으로 163종의 분석시료 중 가장 높은 lutein 함량을 나타내는 시료로 선발되었다. 위에서 언급하였듯이 장려품종과 육성품종들 간의 그 평균치는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 장려품종 보다는 육성품종에서 상대적으로 높은 lutein 함량을 나타내는 품종이 많은 것으로 나타났다. 이는 분석 시료 중 400 µg/100 g 이상의 lutein 함량을 나타내는 비율이 장려품종이 4%, 장콩이 15%, 나물콩이 16%, 지역재래종이 7%인 것에서 알 수 있었다. 또한 lutein 함량의 빈도 분포를 분석해 본 결과 본 연구에서 분석된 콩 품종 대부분이 100 µg/100 g에서 300 µg/100 g 사이의 함량을 나타내는 것을 알 수 있었다(Fig. 1). 본 연구는 lutein 함량의 품종간 변이 연구를 통하여 장려품종에 비해 상대적으로 품종 연구가 미흡한 장콩, 나물콩, 지역재배콩 품종의 잠재적인 가치를 발견하였으며 본 연구 결과는 국내 우수 콩 유전자원의 확보와 품종개발 및 고 부가가치 기능성 식품의 개발에 대한 기초 자료가 될 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 국내 콩 자원의 lutein 함량 변이를 분석함으로써 우수 품종을 선발하고 신품종 육성연구와 기능성 식품 개발을 위한 우수 품종을 선발하고자 하였다. 본 연구에서는 장려품종 23종과 육성품종 140종(장콩품종 56종, 나물콩품종 44종, 지역재래품종 40종)을 lutein 분석에 사용하였다. 검화방법을 이용하여 lutein을 추출하였고 역상 HPLC를 이용하여 분석하였다. 연구 결과 장려품 23종의 평균 lutein 함량은 240.27 ± 90.74 µg/100 g으로 IT No. 24634가 402.48 µg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었다. 장콩은 777.73 µg/100 g으로 IT No. 153398이, 나물콩은 588.88 µg/100 g으로 IT No. 25490이, 지역재래종은 861.07 µg/100 g으로 IT No. 22564가 높은 lutein 함량을 나타내었다. 장려품종과 육성품종간의 그 평균치는 통계학적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 장려품종 보다는 육성품종에서 상대적으로 높은 lutein 함량을 나타내는 품종이 많은 것으로 나타났다. 본 연구결과는 국내 콩 유전자원의 품종개발 및 고 부가가치 기능성 식품의 개발에 대한 기초 자료가 될 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 바이오그린 21사업(20050401-034-806) 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

Table 1. Lutein contents of soybean cultivars ($\mu\text{g}/100 \text{ g}$ of wet basis)

Recommended variety		Sauce variety		Sprout variety		Local variety	
IT No. ¹⁾	Content	IT No.	Content	IT No.	Content	IT No.	Content
21782	179.95	22555	182.97	22528	371.85	21571	281.25
24634	402.48	22642	291.03	22597	231.36	21573	328.44
134350	246.74	22662	323.82	22606	290.30	21587	189.75
134351	176.67	22665	382.35	22617	234.94	21590	196.06
142806	136.62	25387	189.12	22636	263.33	21591	207.45
142807	173.91	100804	158.39	25335	205.91	21606	148.96
142809	318.17	103267	61.33	25485	147.99	21631	222.72
142810	234.54	104843	39.28	25490	588.88	21635	229.13
143774	380.87	104915	94.32	25491	271.61	21646	244.51
144019	183.62	105198	144.04	25509	268.36	21662	274.72
144021	215.77	105199	119.16	100998	209.36	21702	198.87
154764	123.29	105735	171.75	104013	572.94	21703	289.21
157951	242.26	110951	112.32	104620	223.68	21728	288.19
189209	339.37	110976	124.62	105442	402.40	21755	415.10
212859	203.24	110993	119.71	105567	268.36	21757	115.96
212860	83.41	113272	172.49	108792	189.17	21867	106.46
212861	246.96	115600	344.88	108929	334.37	21874	314.90
213173	338.25	115614	188.59	109144	385.69	22156	349.27
K003318	345.92	115693	163.40	110990	541.52	22185	205.21
K003320	373.79	115739	211.08	110990	411.49	22285	216.98
K003332	151.01	115753	138.92	112813	363.78	22286	241.26
K003333	165.37	115779	236.00	113048	524.95	22351	288.56
K003336	264.01	115794	367.30	115602	577.71	22373	332.59
		115801	246.06	115608	397.68	22376	226.45
		115851	408.78	115718	300.94	22564	861.07
		115853	305.46	120731	328.50	22739	222.79
		115867	618.60	120765	325.77	22747	181.49
		115885	374.66	120770	229.24	23096	241.68
		115898	222.22	141870	150.96	23122	395.34
		115903	110.72	142054	361.55	23326	549.17
		141628	197.73	143135	274.63	24353	248.97
		141649	175.46	143290	263.81	134332	346.46
		141651	314.72	153695	51.91	142785	303.63
		141732	183.33	153730	173.09	158147	306.22
		141779	167.85	153741	393.89	162647	195.38
		141818	449.54	153757	240.04	162653	327.06
		141920	136.21	153867	359.70	162654	310.08
		141925	263.24	153897	215.77	162663	157.26
		153398	777.73	153922	277.67	162665	230.59
		153428	357.74	154353	224.79	199125	241.26
		153431	571.83	154489	311.07		
		153790	235.96	154497	91.90		
		153795	724.75	154512	159.07		
		154265	539.77	154713	207.55		
		154421	436.99				
		154520	370.19				
		154661	507.43				
		154683	188.51				
		154755	126.64				
		156262	238.31				
		156285	228.24				
		160105	400.11				
		160144	289.37				
		181602	277.12				
		186135	208.52				
		186230	231.68				
Max	402.48		777.73		588.88		861.07
Min	83.41		39.28		51.91		106.46
Mean	240.27		271.83		300.44		275.76

¹⁾Identification number stored in the Rural Development Administration (RDA, Suwon, Korea).

문헌

1. Morrissey PA, O'Brien NM. Dietary antioxidants in health and disease. *Int. Dairy J.* 8: 463-472 (1998)
2. Holt S. Soya: The health food of the next millenium. *Korean Soybean Digest.* 14: 77-90 (1997)
3. Coward L, Barnes N, Stetchell KDR, Barnes S. Genistein and daidzein, and their β -glycoside conjugates: Anti-tumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J. Agr. Food Chem.* 41: 1961-1967 (1993)
4. Mortensen A, Skkibsted LH. Importance of carotenoid structure in radical-scavenging. *J. Agr. Food Chem.* 45: 2970-2977 (1997)
5. Bone RA, Landrum JT, Tarsis SL. Preliminary identification of the human macular pigment. *Vision Res.* 25: 1521-1535 (1985)
6. Holden JM, Eldridge AL, Beecher GR, Buzzard IM, Bhagwat S, Davis CS, Douglass LW, Gebhardt S, Haytowitz D, Schakel S. Carotenoid content of U.S. foods: An update of the database. *J. Food Compos. Anal.* 12: 169-196 (1999)
7. Chasan-Taber L, Willet WC, Seddon JM, Stamfer MJ, Rosner B, Colditz GA, Speizer FE, Hankinson SE. A prospective study of carotenoid and vitamin A intakes and risk of cataract extraction in US women. *Am. J. Clin. Nutr.* 70: 509-516 (1999)
8. Seddon JM, Ajani UA, Sperduto RD, Hiller R, Blair N, Burton TC, Farber MD, Gragoudas ES, Haller J, Miller DT, Yannuzzi LA, Willet W. Dietary carotenoids, vitamin A, C, and E, and advanced age related macular degeneration. *J. Am. Med. Assoc.* 272: 1413-1420 (1994)
9. Granado F, Olmedilla B, Blanco I. Nutritional and clinical relevance of lutein in human health. *Brit. J. Nutr.* 90: 487-502 (2003)
10. Granado F, Olmedilla B, Blanco I, Rojas-Hidalgo E. Carotenoid composition in raw and cooked Spanish vegetable. *J. Agr. Food Chem.* 40: 2135-2140 (1992)
11. Mares-Perlman JA, Millen AE, Ficek TL, Hankinson SE. The body of evidence to support a protective role for lutein and zeaxanthin in delaying chronic disease. Overview. *J. Nutr.* 132: 518S-524S (2002)
12. Choung MG, Kang ST, Han WY, Baek IY, Kim HK, Shin DC, Kang NS, Hwang YS, AN YN, Lim JD, Kim KS, Park SH, Kim SL. Variation of isoflavone contents in Korean soybean germplasms. *Korean J. Crop Sci.* 51: 146-151 (2006)
13. Yun HT, Kim WH, Lee YH, Suh SJ, Kim SJ. Isoflavone contents of soybean according to different planting dates. *Korean J. Crop Sci.* 51: 174-178 (2006)
14. Lee SM, Lee HB, Lee J. Comparison of extraction methods for the determination of vitamin E in some grains. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 248-253 (2006)
15. Kanamaru K, Wang S, Abe J, Yamada T, Kitamura K. Identification and characterization of wild soybean (*Glycine soja* Sieb, et Zucc.) strains with high lutein content. *Breeding Sci.* 56: 231-234 (2006)
16. Edelenbos M, Christensen LP, Grevsen K. HPLC determination of chlorophyll and carotenoid pigments in processed green pea cultivars (*Pisum sativum* L.). *J. Agr. Food Chem.* 49: 4768-4774 (2001)