

66품종 나물콩과 콩나물의 isoflavone 분석

김연희 · 황영현¹ · 이해성*
경북대학교 식품영양학과, ¹경북대학교 농학과

Analysis of Isoflavones for 66 Varieties of Sprout Beans and Bean Sprouts

Youn-Hee Kim, Young-Hyun Hwang¹ and Hye-Sung Lee*
Department of Food Science and Nutrition
¹Department of Agronomy, Kyungpook National University

Selection of high-quality varieties of sprout bean and bean sprout containing high levels of total isoflavones was performed by high performance liquid chromatography. The range and mean of total isoflavone contents of sixty six varieties of sprout beans were 247~2,256 and 1209 ± 470 mg/kg, respectively, with KLG10618, KLG11118, KLG10600, KLG10022, KLG1085 and *sohokong* containing the highest amounts of isoflavone among the samples. Medium-sized bean variety with green seed-coat color contained highest amount of total isoflavones among samples. The range and mean of total isoflavone contents of thirty varieties of bean sprouts were 768~3,343 and 1,898 ± 577 mg/kg, respectively, with *soho* bean sprout containing the highest total isoflavone content (3,343 mg/kg, dry basis). Total isoflavone contents of bean sprouts increased gradually during cultivation period, reaching maximum level on the 5th day of cultivation, and were the highest in the order of roots, cotyledon, and hypocotyl.

Key words: sprout bean, bean sprout, total isoflavone content, daidzein, genistein

서 론

콩나물은 한국인의 고유 상용 식품으로서 오래전부터 이용되어 왔으며 최근에는 외식산업의 발달과 학교급식 등 단체급식의 확대에 따라 그 수요가 더욱 커지고 있다. 이처럼 우리의 식생활에서 부식재료로서의 사용빈도와 섭취량이 늘었는데도 불구하고 지금까지 콩나물의 질적인 개선을 위한 노력이나 그 생리작용에 대한 조사는 거의 이루어져 있지 않다. 국내 나물콩의 생산에는 연간 65,000톤의 원료콩이 사용되고 있다. 그러나 일반콩과 함께 나물콩의 농가 생산소득은 매우 낮아 국내 나물콩의 생산량이 급격하게 줄어들고 있는 경향이다. 따라서, 국내의 나물콩 수요량을 충족하기 위해 콩나물 생산기업이나 중소 두채업자 및 정부에서는 다량의 외산 나물콩을 도입하고 있으며 이러한 추세는 계속되면 일반콩에서와 마찬가지로 국내 나물콩의 생산기반이 붕괴될 위험에 처해있다. 그러므로 국내 콩나물콩 생산기반을 확보하

기 위해서는 수입 콩나물콩과는 차별화가 되는 우량 나물콩 품종을 선별하여 육성할 필요가 있다.

콩나물콩은 콩나물의 원료로 이용되는 소립콩을 통칭하는 말로써, 국내산 나물콩 종실 100립의 무게는 6.4~15.6 g사이로 평균 12.2 g이며, 종피색은 황색이 가장 많고, 다음으로 녹색이며, 이밖에도 황갈색, 갈색 등이 있으며, 배꼽은 황색, 갈색, 흑색 등이나 짙은 배꼽색을 선호한다고 알려져 있다⁽¹⁾.

콩에는 양질의 단백질과 지질 및 우수한 영양성분 이외에도 다양한 생리활성을 가진 기능성 물질들이 함유되어 있는 것으로 알려져 있으며⁽²⁻⁴⁾ 콩의 생리활성 물질로서는 식이섬유, 올리고당, isoflavone, phytic acid, Bowman-Birk protease inhibitor, saponins, 콩단백질과 그 가수분해물인 펩타이드 등이 알려져 있다⁽⁵⁻⁸⁾.

콩의 생리활성 물질 중 특히 isoflavone은 그 구조와 역할이 인체내의 estrogen과 비슷하여 phytoestrogen이라고 불리기도 하며 최근 이의 항암성, 골다공증 예방 등의 생리활성에 관한 연구 결과가 다수 보고되고 있어⁽⁵⁻⁸⁾ 크게 주목 받고 있다. Isoflavone은 식물계에 널리 존재하는 화합물로서 콩에 함유된 isoflavone은 genistein(4',5,7-trihydroxyisoflavone)과 daidzein(4',7-dihydroxyisoflavone)과 이들의 배당체인 daidzin, genistin 및 그 밖에도 glycitein등의 여러 유도체들로 구성되어 있고 포도당 잔기가 β-1,4 glycoside결합을 한 배당체 형

*Corresponding author : Hye-Sung, Lee, Department of Food Science and Nutrition, Kyungpook National University, Sankyukdong 1370, Buk-gu, Daegu 702-701, Korea
Tel: 82-53-950-6231
Fax: 82-53-950-6229
E-mail: hslee@knu.ac.kr

태로 대부분 존재하고 있다. 배당체 형태인 genistin과 daidzin 이 콩 isoflavone의 주종을 이루고 있으며(98%), 특히 malonyl-glucoside가 주요 배당체 형태이다(9,10). 콩에 함유된 isoflavone의 함량은 품종 및 재배환경의 영향을 많이 받는 것으로 보고되고 있으며 품종간에도 isoflavone 종류별 함량 분포가 다르고, 같은 품종이라도 재배지역에 따라 함량차이가 나타나는 것으로 알려져 있다(11,12). 김 등(13)은 국내산 콩품종들에 함유되어 있는 isoflavone의 함량의 재배지역에 따른 차이를 분석하였고, 콩 종실의 부위별 isoflavone 분포 특성과 발아 및 건열처리에 의한 변화를 조사하였으며 그 결과 동일한 품종도 재배지역에 따라 isoflavone함량의 차이가 있고 콩의 부위에 따라 함량차이가 많다는 것을 발견하였다.

이에 본 연구에서는 최근 콩의 생리 활성 물질로서 크게 부각되고 있는 isoflavone의 함량이 높은 우량 콩나물콩 품종을 발견하기 위해 국내의 장려 콩나물콩 16종을 포함한 총 66개 품종의 콩나물콩에 대해 총 isoflavone함량을 분석하였다. 또한 분석 결과 선별된 isoflavone함량이 높은 나물콩 14 품종과 국내 나물콩 장려품종 16종으로 재배한 총 30종의 콩나물에 대해서도 isoflavone 함량을 분석하여 우량 콩나물을 선별하고자 하였으며 콩나물의 재배기간과 부위에 따른 isoflavone함량의 변화도 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

시료 콩은 국내 나물콩 장려 품종 16종을 포함한 총 66종을 사용하였다. 시료콩은 각 품종별로 선별작업을 거친 다음 각각 50 g을 취하여 dry oven에서 105°C로 4시간동안 건조시킨 후, 곡물 분쇄기로 45 mesh(355 μm)로 균질 분쇄하여 분석 시료로 사용하였다.

콩나물은 국내 장려품종 16종과 isoflavone함량이 높은 콩 품종 14종을 선별하여 총 30종을 품종별로 각각 80 g씩을 물에 5시간 불린 후 콩나물 자동 재배기에 넣어 물 온도 18.0°C, 재배실 온도 20.0°C에서 3시간마다 10분씩 살수하는 조건에서 5일 동안 재배하였다. 재배된 콩나물은 증류수로 씻은 후 물기를 제거하고 완전 동결 건조하였다. 동결 건조한 후, 곡물 분쇄기로 콩과 동일한 방법으로 분쇄 균질화하여 분석 시료로 하였다.

Isoflavone분석을 위한 내부 표준물질로는 isoflavone 추출 과정인 산 가수분해와 열처리에 안정한 flavone(Aldrich, USA)을 선택하였고, 외부 표준물질로는 콩 isoflavone의 대부분을 차지하는 genistein, daidzein(Sigma, USA)을 사용하였다.

콩과 콩나물의 total isoflavone함량 분석

Isoflavone 정량을 위한 표준검량곡선: 각 외부 표준물질들을 먼저 20 μL의 DMSO(dimethylsulfoxide)에 녹인 후 80% methanol로 0.6~0.8 범위의 absorbance를 가지도록 희석시켜 isoflavone stock solutions을 제조하였다(14). Stock solution의 정확한 농도는 각각의 stock solution을 최대 흡광 파장(λ_{max})에서 흡광도를 측정하고 molar extinction coefficient(ε)를 사용하여 다음 식에 의해 정확한 농도를 계산하였다.

$$A = \epsilon c l$$

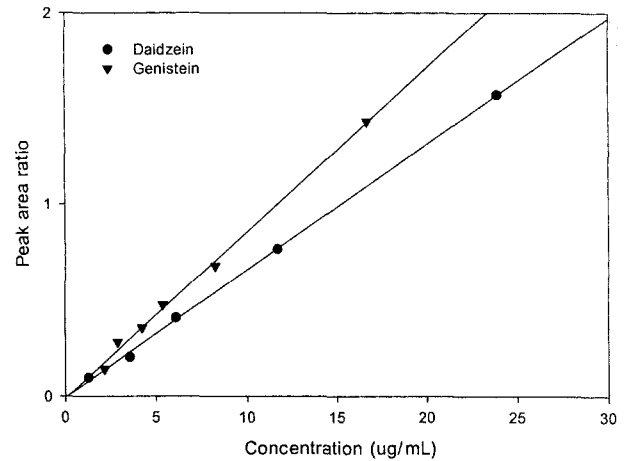


Fig. 1. Standard curves of isoflavones.

Y axis represents peak area ratio of isoflavone to internal standard. X axis indicates concentrations of daidzein and genistein.

These fitting equations are; $Y = -0.0051 + 0.0659X$, ($r^2 = 0.99$, $p < 0.0001$) for daidzein, $Y = -0.0095 + 0.0861X$, ($r^2 = 0.99$, $p < 0.0001$) for genistein.

A: 흡광도, ε: molar extinction coefficient ($\text{cm}^{-1} \text{M}^{-1}$),

l: cuvette의 width, c: M농도

(daidzein, λ_{max} = 250 nm, ε = 20,893

genistein, λ_{max} = 263 nm, ε = 37,154)

Daidzein과 genistein은 각각 1.271~23.895, 2.162~16.671 μg/mL 정도의 농도 범위를 포함할 수 있도록 acetonitrile(항산화제 BHT 0.05%와 내부 표준물질 flavone 20 ppm을 포함)로 5~6가지의 다른 농도로 희석하였다(15). 즉 daidzein은 23.895, 11.693, 6.101, 3.559, 1.271 μg/mL의 농도로 표준액을 만들었으며, genistein은 16.671, 8.241, 5.377, 4.242, 2.891, 2.162 μg/mL의 농도로 표준액을 만들었다. Daidzein과 genistein의 여러 농도의 표준액 20 μL씩을 HPLC에 triplicate로 injection하여 얻은 chromatogram에서 peak area의 평균치를 구하였다. 표준검량 곡선은 각 표준액의 여러 농도에서의 peak area 평균치와 내부 표준물질의 peak area와의 비율(peak area ratio)과 표준액의 농도를 plot하여 얻었다. 이들에 대한 검량곡선식 및 상관계수는 Sigmaplot 프로그램에 의해 산출하였다.

Daidzein과 genistein의 HPLC chromatogram에서의 retention time은 각각 5.56분, 7.11분이었으며 각 시료에 함유된 isoflavone들의 HPLC peak의 확인은 표준품을 이용하여 확인하였다. 이들의 표준검량 곡선은 Fig. 1과 같으며 daidzein의 경우 regression curve의 상관계수는 $r^2 = 0.99$ ($p < 0.0001$)이며 genistein의 경우 상관계수는 $r^2 = 0.99$ ($p < 0.0001$)이었다.

시료의 추출 및 isoflavone의 HPLC 분석: Isoflavone 성분의 정량은 Wang 등의 방법을 일부 수정한 HPLC법을 사용하였다(16-17). 건조시킨 시료 1 g에 2 M HCl 2 mL를 첨가한 후 10분간 sonicate한 후 boiling water bath(95-98°C)에서 2 시간 동안 교반하면서 가열하였다. 실온으로 냉각시킨 후, acetonitrile 8 mL(항산화제 BHT 0.05%와 내부 표준물질인 flavone 20 ppm을 포함)를 첨가하여 완전히 교반한 다음, 10

Table 1. Instrumental conditions for HPLC analysis of isoflavones

Items	Conditions
Instrument	Waters 510 HPLC pump, Waters 746 Data Module, Waters Co., USA
Column	Bond-Pak™ C ₁₈ 125 Å 10 µcolumn, 3.9×300 mm, Waters Co., USA
Detector	Waters 486 tunable Absorbance detector (260 nm) Waters Co., USA (Division of Millipore)
Mobile phase	MeOH: 5 mM NaH ₂ PO ₄ (pH 4.6) = 60 : 40 v/v, isocratic
Flow rate	1 mL/min
Sample injection volume	20 µL

Table 2-1. Contents of total isoflavone of 66 varieties of sprout-beans

(mg/kg, dry basis)

Varieties	Isoflavones		
	Daidzein	Genistein	Total
1. Namhaekong	270.0	222.9	492.9
2. Dawonkong	180.9	209.4	390.3
3. Doremikong	597.4	501.6	1099.0
4. Myungjoonamoolkong	329.1	416.7	745.8
5. Bookwangkong	790.2	771.9	1562.0
6. Somyungkong	909.7	823.7	1733.4
7. Sobaiknamoolkong	471.2	619.5	1090.7
8. Sowonkong	784.2	787.1	1571.3
9. Sohokong	1094.7	748.9	1843.6
10. Saebhyulkong	716.8	543.1	1259.9
11. Iksannamoolkong	816.7	664.6	1481.3
12. Eunhakong	267.8	240.0	507.8
13. Poongsannamoolkong	675.7	695.6	1371.2
14. Paldokong	586.0	593.5	1179.5
15. Pureunkong	791.5	614.6	1406.2
16. Hannamkong	419.8	451.8	871.6
17. KLG10066	399.8	452.2	851.9
18. KLG10097	256.6	342.0	598.6
19. KLG10617	408.8	456.7	865.4
20. KLG10844	461.3	383.3	844.6
21. KLG10845	781.0	637.1	1418.1
22. KLG10847	380.0	481.1	861.1

분 동안 850×g에서 원심 분리하여 상층액을 취했다. 상층액을 10배 희석하여, HPLC injection 직전에 syringe filter (PTFE, 0.20 µm)로 여과한 뒤 여액을 Table 1과 같은 HPLC 조건에서 분석하였다. 이 때 사용한 mobile phase용매는 MeOH과 5 mM NaH₂PO₄용액(pH 4.6)의 혼합액(6:4)이었고, Waters 486 tunable Absorbance UV detector로 260 nm에서 분석하였다. 모든 시료는 duplicate로 분석한 후 그 평균치를 취하였다.

콩과 콩나물 중 isoflavone 함량의 계산: 식품 시료중의 각 isoflavone의 함량은 시료의 isoflavone peak area와 내부 표준 물질의 peak area와의 비율을 구한 후 daidzein과 genistein 각각의 표준 검량곡선에 적용하여 계산하였다.

콩나물의 재배일수에 따른 total isoflavone함량 분석

콩나물의 재배일수에 따른 isoflavone함량 변화의 분석을 위한 시료는 다음과 같은 방법으로 조제하였다. 임의 선택한 5개 품종의 나물콩을 재배 1, 2, 3, 4, 5, 6일째에 각각 발아된 상태의 시료를 채취하여 동결 건조한 후, 곡물 분쇄기로

콩시료와 동일한 방법으로 분쇄 균질화하여 냉동 보관하였다. 시료의 isoflavone함량 분석은 전술한 콩의 total isoflavone 함량 분석과 같은 방법에 의해 duplicate로 정량하였다.

콩나물의 부위별 total isoflavone함량 분석

6일간 재배된 콩나물 5개 품종을 자엽, 배축, 뿌리 세부분으로 나눠서 각각 냉동 건조시킨 후 전술한 콩의 total isoflavone 함량 분석과 같은 방법으로 각 시료에 대해 duplicate로 측정하였다.

결과 및 고찰

나물콩의 total isoflavone 함량

66종 나물콩 시료의 isoflavone의 함량은 Table 2-1, 2과 같다. 66종 콩의 총 isoflavone의 함량범위는 건물기준 247~2,256 mg/kg이었고, 평균 함량(Table 2-2)은 1209.0±470 mg/kg이었다. 이 중 daidzein의 평균 함량은 600.0±257.2 mg/kg, genistein의 평균함량은 609.1±235.5 mg/kg으로서 총 isofla-

Table 2-2. Contents of total isoflavone of 66 varieties of sprout-beans (mg/kg, dry basis)

Varieties	Isoflavones		
	Daidzein	Genistein	Total
23. KLG11118	1227.2	1006.2	2233.5
24. KLG10003	351.3	289.0	640.3
25. KLG10017	670.6	792.9	1463.5
26. KLG10044	444.9	393.7	838.6
27. KLG10055	607.2	738.4	1345.6
28. KLG10099	744.3	997.1	1741.4
29. KLG10605	388.1	432.9	821.0
30. KLG10635	191.9	442.9	634.8
31. KLG10022	1006.8	975.2	1982.1
32. KLG10600	902.3	1081.7	1984.0
33. KLG10621	861.3	880.0	1741.3
34. KLG10783	895.6	886.0	1781.6
35. KLG10850	807.4	734.7	1542.1
36. KLG10995	850.4	871.2	1721.6
37. KLG11078	700.7	1109.2	1809.9
38. KLG10062	526.6	644.0	1170.7
39. KLG10618	1033.5	1223.1	2256.7
40. KLG10614	683.4	640.9	1324.3
41. KLG10851	745.8	611.5	1357.3
42. KLG10855	831.4	1072.4	1903.8
43. KLG10873	1058.7	703.6	1762.3
44. KLG10925	770.1	643.9	1413.9
45. KLG10970	549.0	582.7	1131.8
46. KLG11051	987.9	804.3	1792.2
47. KLG10650	823.4	719.4	1542.9
48. KLG10658	469.4	490.5	959.9
49. KLG10841	170.0	405.7	575.8
50. Hannamkong	655.8	390.9	1046.7
51. Dankyungkong	812.9	629.1	1442.1
52. Duyookong	469.5	414.5	884.0
53. Manleekong	460.9	467.5	928.3
54. Moohankong	454.6	667.4	1122.0
55. Baikoonkong	452.4	431.9	884.3
56. Sinpaldalkong	549.4	837.7	1387.1
57. Jangsookong	651.6	660.2	1311.7
58. KLG10373	395.3	421.7	817.0
59. KLG10377	439.6	558.8	998.4
60. KLG10642	309.2	493.1	802.3
61. KLG10647	446.0	420.2	866.2
62. Namchungkong	113.3	134.3	247.6
63. Samnamkong	705.9	625.7	1331.5
64. Jinpumkong	485.1	388.8	873.9
65. Keunolkong	250.3	347.9	598.2
66. Hwanggumkong	258.1	478.2	736.2
Total mean ± SD	600.0 ± 257.2	609.1 ± 235.5	1209.0 ± 470.0

vone 중 daidzein과 genistein의 함량비율은 개별 품종에 따라 다소 차이는 있었으나 대체로 1 : 1의 비율로 함유되어 있었다. 개별 품종들의 총 isoflavone 함량은 남천콩의 247 mg/kg에서 KLG10618 품종콩의 2256 mg/kg에 이르기까지 그 차이가 매우 컸다. 66개 나물콩 품종 중 총 isoflavone 함량이 높은 상위 10개 품종은 KLG10618(2256 mg/kg), KLG11118

(2233 mg/kg), KLG10600(1984 mg/kg), KLG10022(1982 mg/kg), KLG10855(1903 mg/kg), 소호콩(1843 mg/kg), KLG11078 (1809 mg/kg), KLG11051(1792 mg/kg), KLG10783(1781 mg/kg) 그리고 KLG10873(1762 mg/kg)이었다. 국내 나물콩 장려 품종 16종(Table 2-1의 1~16번)중에서는 소호콩의 isoflavone 함량이 가장 높은 것으로 측정되었다. 중립종(16~24 g/100립

Table 3. Mean contents of total isoflavone of sprout-beans classified by Korean improved varieties, seed coat color and seed size (mg/kg, dry basis)

Varieties	Isoflavones			
	Daidzein	Genistein	Total	
Korean improved varieties (n=16)	606.4 ± 262.1	556.6 ± 202.2	1162.9 ± 452.5	
Seed coat color	Yellow (n=7)	559.2 ± 335.8	536.9 ± 226.8	1096.2 ± 559.2
	Black (n=7)	485.5 ± 196.4	583.8 ± 259.5	1069.3 ± 441.8
	Green (n=7)	860.6 ± 93.8	934.0 ± 131.1	1749.7 ± 154.6
	Brown (n=2)	780.1 ± 358.4	933.6 ± 409.5	1713.7 ± 767.9
	Mixed (n=7)	803.8 ± 174.9	722.8 ± 170.4	1526.5 ± 290.6
Seed size ¹⁾	Small (n=4)	529.7 ± 280.0	501.6 ± 151.7	1031.3 ± 397.7
	Medium (n=7)	550.2 ± 136.9	586.9 ± 155.2	1137.1 ± 244.2
	Large (n=9)	378.1 ± 170.7	429.9 ± 140.2	807.9 ± 291.8
Total mean ± SD	600.0 ± 257.2	609.1 ± 235.5	1209.0 ± 470.0	

¹⁾small; <15 g/100 seeds, medium; 16~24 g/100 seeds, large; >25 g/100 seeds.

중) 콩의 종피색에 따른 총 isoflavone 평균함량을 비교한 결과(Table 3) 황색종이 1096.2 ± 559 mg/kg, 흑색종이 1069.3 ± 441 mg/kg, 녹색종이 1794.7 ± 154 mg/kg, 갈색종이 1713.7 ± 767 mg/kg, 혼색종이 1526.5 ± 290 mg/kg으로 녹색종과 갈색종에서 유의적으로 높았다. 콩의 종자크기에 따른 총 isoflavone 평균함량(Table 3)은 소립종(15 g 이하/100립중)이 1031.3 ± 397 mg/kg, 중립종(16~24 g/100립중)이 1137.1 ± 244 mg/kg, 대립종(25 g 이상/100립중)이 807.9 ± 291 mg/kg으로 중립종에서 다소 높았으나 유의적인 차이는 아니었다.

총 isoflavone의 함량이 건물기준 1500 mg/kg 이상이 되는 품종을 임의로 고 isoflavone 함유 나물콩으로 선별하였으며 이에 해당되는 품종은 장려품종 중 소호콩, 소명콩, 소원콩, 부광콩, 재래종 나물콩품종 중에는 KLG10618, KLG11118, KLG10600, KLG10022, KLG10855, KLG11078, KLG11051, KLG10783, KLG10873, KLG10099, KLG10621, KLG10995, KLG10650, KLG10850 등 14개가 이에 포함되었다.

이 등⁽¹⁸⁾은 흰콩 41종, 검정콩 5종의 국산콩 46품종을 분석한 결과 총 isoflavone 함량은 309~1610 µg/g(mg/kg)의 범위로 평균 809 µg/g(mg/kg)을 함유하고 있었으며 이 중 신탄달 2호의 isoflavones 함량이 가장 높았고 다원콩의 함량이 가장 낮았다고 보고하여 일반콩 품종의 isoflavone 함량이 본 연구의 나물콩 시료에 비해 낮은 함량을 보였다. Wang 등⁽¹⁹⁾의 연구에 의하면 같은 지역에서 재배된 같은 품종의 콩의 isoflavone 함량을 생산연도 별로 분석한 결과 2.8배까지 차이를 보였으며, 재배지역보다 생산연도가 isoflavones 함량에 더 큰 영향을 미치는 것으로 보고한 바 있다.

콩나물의 total isoflavone 함량

Isoflavone함량이 1500 mg/kg이상인 14개 재래 나물콩 품종과 국내 나물콩 장려품종 16종의 총 30개 품종을 콩나물로 재배하여 isoflavone함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 30종 콩나물의 총 isoflavone평균 함량은 1898.3 mg/kg이었으며 함량 범위는 768~3343 mg/kg이었다. 콩나물의 총 isoflavone 함량에서 차지하는 daidzein의 평균비율은 약 56%, genistein은 약 44%로서 원료콩에서의 비율 1:1에 비해 daidzein이

차지하는 비율이 증가하였으며 이는 콩나물로 재배되는 동안 daidzein의 생성비율이 genistein에 비해 다소 높음을 의미한다. 30종 콩나물 중 총 isoflavone함량이 높은 것은 소호콩나물(3343.8 mg/kg), 명주콩나물(2943.2 mg/kg), KLG11051 콩나물(2676.4 mg/kg), KLG11118 콩나물(2650.2 mg/kg), KLG10650 콩나물(2562.9 mg/kg)의 순이었다.

원료콩과 그 콩나물의 isoflavone함량을 비교하면 Table 5와 같다. 콩나물로 재배했을 때 전체적으로 평균 1.41배 정도로 총 isoflavone함량이 증가함을 볼 수 있었으며 콩나물로 재배시 특히 큰 증가를 보인 것은 장려품종인 명주나물콩(3.95배), 남해콩(2.32배), 은하콩(2.17배)등으로서 2배 이상의 증가를 나타내었다.

김 등⁽²⁰⁾은 건조 중량으로 총 isoflavone 함량을 비교하면 발아로 인하여 단엽콩은 0.25%에서 0.39%로, 준저리콩은 0.11%에서 0.23%로 isoflavone함량이 증가함을 보고하였으며, 정⁽²¹⁾은 발아로 인하여 콩나물 1개체당 isoflavone함량이 증가하며, 최 등⁽²²⁾은 콩나물이 되는 과정에서 daidzein의 양이 크게 증가한다고 보고한 바 있어 본 연구의 결과를 뒷받침하였다.

콩나물의 재배기간에 따른 isoflavone함량 변화

콩나물 재배기간에 따른 total isoflavone함량의 변화는 콩나물 다섯개 품종의 재배일수에 따른 평균 함량변화로 나타내었다(Fig. 2). 재배일수에 따라 총 isoflavone 함량은 차츰 증가하다가 5일째 이후 감소하는 경향을 보였다. 품종간에 최고치에 달하는 재배일수에 다소 차이가 있음을 볼 수 있었으나 모든 품종에 있어 대체로 재배 5일경에 총 isoflavone 함량이 최고조에 달하는 것으로 나타났다. Wang 등⁽¹⁶⁾은 대두가 발아하여 콩나물이 되는 과정에서 총 isoflavone의 함량은 발아시간에 비례하여 증가하는 것으로 보고한 바 있어 본 연구 결과와 일치하였다.

콩나물의 생육초기에는 배당체인 malonyl-daidzin과 malonyl-genistin의 함량 비율이 높으나 생육이 진행됨에 따라 이들 비율은 감소하고, 유리 genistein과 daidzein의 함량이 증가하는 것으로 보고되었으며⁽²¹⁾ isoflavone이 aglycone으로 가수분

Table 4. Contents of total isoflavone of 30 varieties of bean sprouts from 14 high-isoflavone varieties (≥ 1500 mg/kg, dry basis) and 16 Korean improved varieties (mg/kg, dry basis)

Varieties	Isoflavones			
	Daidzein	Genistein	Total	
14 High-isoflavone varieties	KLG10650	1543.9	1019.1	2562.9
	KLG11118	1550.6	1099.6	2650.2
	KLG10099	810.2	1013.8	1824.0
	KLG10022	1031.7	837.6	1869.3
	KLG10600	892.8	698.8	1591.6
	KLG10621	1148.4	907.2	2055.6
	KLG10783	1137.9	830.7	1968.6
	KLG10850	944.2	704.1	1648.3
	KLG10995	1088.7	998.8	2087.5
	KLG11078	814.5	864.8	1679.2
	KLG10618	1315.5	1016.3	2331.8
	KLG10855	1111.3	1024.2	2135.5
	KLG10873	1201.2	597.5	1798.7
	KLG11051	1641.5	1035.0	2676.4
16 Korean improved varieties	Namhaekong	680.8	461.1	1141.9
	Dawonkong	434.9	333.4	768.3
	Doremikong	1281.6	1019.9	2301.5
	Myungjoonamoolkong	1438.8	1504.4	2943.2
	Bookwangkong	847.0	742.1	1589.1
	Somyungkong	1117.6	807.9	1925.5
	Sobaiknamoolkong	741.1	785.2	1526.3
	Sowonkong	1063.9	888.0	1951.9
	Sohokong	1947.7	1396.1	3343.8
	Saebuyulkong	847.1	665.0	1512.1
	Iksannamoolkong	1221.4	876.7	2098.1
	Eunhakong	649.3	450.2	1099.5
	Poongsannamoolkong	694.5	515.7	1210.3
	Paldokong	978.1	1008.7	1986.8
	Pureunkong	899.8	706.0	1605.8
	Hannamkong	557.6	506.6	1064.3
Total mean \pm SD	1054.5 \pm 342.6	843.8 \pm 263.0	1898.3 \pm 577.2	

해되면 바람직하지 않은 뒷맛을 내는 역치가 낮아지는 것으로 보고되었다.⁽²⁴⁾ aglycone은 맛과 흡수율에 영향을 미치므로 맛과 흡수율이 우수한 우량 콩나물 생산을 위해 향 후 콩나물의 재배기간에 따른 aglycone의 함량 비율 변화를 분석해보는 것도 의미가 있을 것으로 본다.

콩나물의 부위별 isoflavone 함량

콩나물의 부위별 총 isoflavone함량은 Fig. 3, 4와 같다. 콩나물의 부위별 총 isoflavone함량(Fig. 3)은 모든 시료에서 뿌리에서 가장 높았고 그 다음이 자엽, 배축 순으로 나타났다. 부위별 daidzein과 genistein의 함량(Fig. 4)을 비교해 보면, daidzein의 함량은 뿌리에서 유의적으로 높았고 배축, 자엽에서는 차이가 없었다. 반면 genistein의 함량은 자엽에서 유의적으로 높았고 다음으로 뿌리, 배축 순이었으나 뿌리와 배축의 함량에는 유의적인 차이가 없었다.

김 등⁽²⁰⁾은 콩나물의 isoflavone의 조성과 콩나물 부위내에서의 분포는 발아시간에 따라 차이가 있으며 일반적으로 7일간 발아시킨 후 시판된다고 보고하였다. 7일간 재배한 단

엽콩 콩나물의 부위별 isoflavone함량 및 분포에 관한 보고⁽²³⁾에 의하면 콩 종실의 배축에는 다량의 isoflavone이 집적되어 있었으나 발아시 대부분이 사용되거나 소실된 것으로 보이며 일부는 잔뿌리로 이동하였고 특히 잔뿌리에 daidzein이 집적되는 결과를 나타내었으며 자엽의 isoflavone은 genistein계열이 우세하였다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다. 즉 본 연구에서는 뿌리에서 daidzein함량(1956.98 \pm 145.64 mg/kg)이 유의적으로 높았고 자엽에서는 genistein이 691.72 \pm 53.86 mg/kg으로 daidzein(508.68 \pm 28.38mg/kg)보다 함량이 높은 것으로 나타났다.

요 약

Isoflavone함량이 높은 우량나물콩 품종과 우량 콩나물을 선별하기 위해 우리나라의 나물콩 66품종과 이들로 재배한 30종 콩나물의 isoflavone함량을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 66종 나물콩의 총 isoflavone의 평균 함량은 1209.0 \pm 470 mg/kg, 함량범위는 247~2,256 mg/kg이었고 daidzein과

Table 5. Comparison of total isoflavone contents of sprout beans and bean sprouts from high-isoflavone varieties (≥ 1500 mg/kg, dry basis) and 16 Korean improved varieties (mg/kg, dry basis)

Varieties	Total isoflavone				
	Bean sprout	Sprout bean	BS/S ¹⁾		
High-isoflavone varieties	KLG10650	2562.9	1542.9	1.66	
	KLG11118	2650.2	2233.5	1.19	
	KLG10099	1824.0	1741.4	1.05	
	KLG10022	1869.3	1982.1	0.94	
	KLG10600	1591.6	1984.0	0.80	
	KLG10621	2055.6	1741.3	1.18	
	KLG10783	1968.6	1781.6	1.10	
	KLG10850	1648.3	1542.1	1.07	
	KLG10995	2087.5	1721.6	1.21	
	KLG11078	1679.2	1809.9	0.93	
	KLG10618	2331.8	2256.7	1.03	
	KLG10855	2135.5	1903.8	1.12	
	KLG10873	1798.7	1762.3	1.02	
	KLG11051	2676.4	1792.2	1.49	
	16 Korean improved varieties	Namhaekong	1141.9	492.9	2.32
		Dawonkong	768.3	390.3	1.97
Doremikong		2301.5	1099.0	2.09	
Myungjoonamoolkong		2943.2	745.8	3.95	
Bookwangkong		1589.1	1562.0	1.02	
Somyungkong		1925.5	1733.4	1.11	
Sobaiknamoolkong		1526.3	1090.7	1.40	
Sowonkong		1951.9	1571.3	1.24	
Sohokong		3343.8	1843.6	1.81	
Saebiyulkong		1512.1	1259.9	1.20	
Iksannamoolkong		2098.1	1481.3	1.42	
Eunhakong		1099.5	507.8	2.17	
Poongsannamoolkong		1210.3	1371.2	0.88	
Paldokong		1986.8	1179.5	1.68	
Pureunkong		1605.8	1406.2	1.14	
Hannamkong		1064.3	871.6	1.22	
Total mean \pm SD	1898.3 \pm 577.2	1480.1 \pm 495.4	1.41 \pm 0.6		

¹⁾BS/S: bean sprout isoflavone/ sprout bean isoflavone ratio.

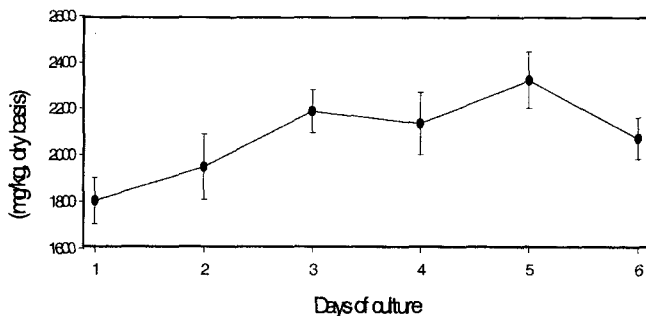


Fig. 2. Changes in the total isoflavone content of bean sprouts during the days of culture. Values are means with their standard errors represented by vertical bars. (n=5)

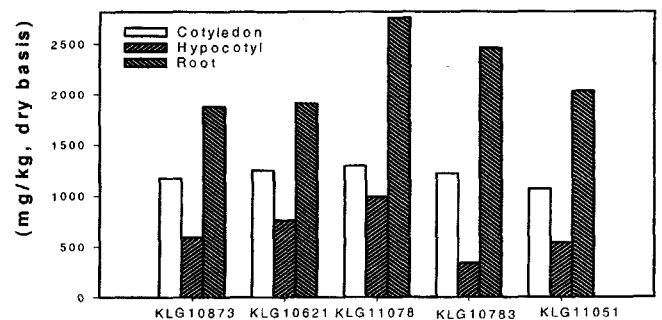


Fig. 3. Total isoflavone contents in different parts of several varieties of bean sprout.

genistein이 약 1:1의 비율로 함유되어 있었다. 66개 나물콩 품종 중 총 isoflavone 함량이 높은 상위 10개 품종은 KLG10618(2256 mg/kg), KLG11118(2233 mg/kg), KLG10600

(1984 mg/kg), KLG10022(1982 mg/kg), KLG10855(1903 mg/kg), 소호콩(1843 mg/kg), KLG11078(1809 mg/kg), KLG11051 (1792 mg/kg), KLG10783(1781 mg/kg) 그리고 KLG10873 (1762 mg/kg)이었다. 시료 나물콩의 종피색별 총 isoflavone 평

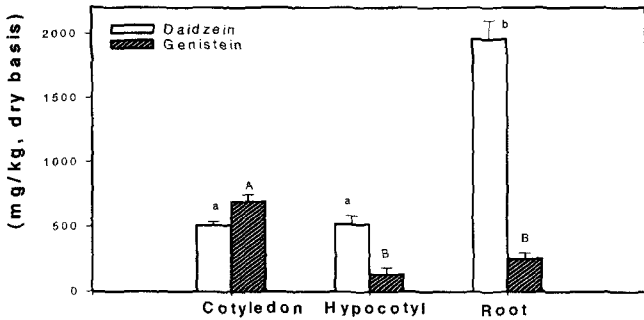


Fig. 4. Contents of daidzein and genistein in different part of bean sprout.

Values are means with their standard errors represented by vertical bars. Different letter indicates significant difference between groups by Duncan's multiple comparison test ($p < 0.05$).

균 함량은 녹색종에서 가장 높았고 종자크기별 총 isoflavone 평균 함량은 중립종(16~24 g/100립)에서 높은 편이었다. 30종 콩나물의 총 isoflavone 평균 함량은 1898.3 mg/kg이었고, 함량범위는 768~3,343 mg/kg이었으며, 소호콩(3343 mg/kg), 명주나물콩(2943 mg/kg), KLG11051(2676 mg/kg), KLG11118(2650 mg/kg), KLG10650(2562 mg/kg) 순으로 높았다. 콩에서 콩나물로 재배시 총 isoflavone 함량은 평균 1.41배 증가하였다. 콩나물의 총 isoflavone의 함량은 재배일수에 따라 증가하여 5일째에 가장 높은 함량 나타내었다. 콩나물의 부위별 총 isoflavone 함량은 뿌리, 자엽, 배축 순으로 높게 나타났고 daidzein의 함량은 뿌리에서 가장 높았고 genistein의 함량은 자엽에서 가장 높았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호 R01-2000-000-00084)지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.

문헌

- Rural Development Administration (RDA). Off-season Cultivation Technology of Field Crop, RDA, Suwon, Korea (1994)
- Messina, M., Persky, V., Setchell, K.D.R. and Branes, S. Soy intake and cancer risk: A review of the *in vitro* and *in vivo* data. *Nutr. Cancer* 21: 113-131(1994)
- Hendrich, S.K., Lee, W., Xu, X., Wang, H.J., and Murphy, P.A. Defining food components as new nutrients. *J. Nutr.* 124: 1789S-1792S (1994)
- Messina, M. Modern applications of an ancient bean: soybeans and the prevention and treatment of chronic disease. *J. Nutr.* 125: 567S-569S (1995)
- Sung, M.K. The biological activity of soybean saponins and its implications in colon carcinogenesis. Ph.D. dissertation. University of Toronto, Toronto, Canada (1994)
- Anderson, J.W., Johnstone, B.M. and Cook-Newell, M.E. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *New Engl. J. Med.* 333: 276-282 (1995)

- Coward, L., Barnes, N.C., Setchell, K.D.R. and Barnes, S. Genistein, daizein and their -glucoside conjugates: Antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. *J. Agric. Food Chem.* 31: 392-396 (1993)
- Kwon, T.W., Song, Y.S., Hong, J.H., Moon, G.S., Kim, J.I. and Hong, J.H. Current research on the bioactive functions of soyfoods in Korea. *Korea Soybean Digest* 15: 1-12 (1998)
- Tsukamoto, C., Shumada, S., Igita, K., Kudou, S., Kokubun, M., Okubo, K. and Kitamura, K. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds : Changes in isoflavones, saponins and composition of fatty acids at different temperature during seed development. *J. Agric. Food Chem.* 43: 1184-1192 (1995)
- Anderson, R.L. and Wolf, W.J. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytic acid, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J. Nutr.* 125: 581S-588S, (1995)
- Eldridge, A.C. and Kwolek, W.F. Soybean isoflavones: Effect of environment and variety on composition. *J. Agric. Food Chem.* 31: 394-396 (1983)
- Wang, H. and Murphy, P.A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: Effects of variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1674-1677 (1994)
- Kim, S.R. and Kim, S.D. Research of isoflavone in soybean: Content and distribution of isoflavones in soybean. *A Collection of Learned Papers of Agricultural Science* 38: 155-165 (1996)
- Song T., Barua K., Buseman G. Murphy A.P. Soy isoflavone analysis: quality control and a new internal standard. *Am. J. Clin. Nutr.* 68: 1474S-1479S (1998)
- Adrian, A.F., Laurie, J.C., Carmencita, M.C. and Kavitha, K.N. Quantitation of phytoestrogens in legumes by HPLC. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1905-1913 (1994)
- Wang, G., Kuan, S.S., Francis, O.J., Ware, G.M. and Carman, A.S. A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem.* 38: 185-190 (1990)
- Choi, Y.-S., Lee, B.-H., Kim, J.-H. and Kim, N.-S. Concentration of phytoestrogens in soybeans and soybean products in Korea. *J. Sci. Food Agric.* 1709-1712 (2000)
- Lee, M.H., Park, Y.H., Oh, H.S. and Kwak, T.S. Isoflavone content in soybean and its processed products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 365-369 (2002)
- Wang, H. and Murphy, P.A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: Effects of variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.* 42: 1674-1677 (1994)
- Kim, S.R., Hong, H.D. and Kim, S.S. Some properties and contents of isoflavone in soybean and soybean foods. *Korean Soybean Digest* 16: 35-46 (1999)
- Chung, W.K. Physicochemical and sensory characteristics of soybean sprouts in relation to soybean cultivars and culture period. Ph. D. dissertation. Seoul National University, Seoul, Korea (1998)
- Choi, Y.B. and Sohn, H.S. Isoflavone content in Korea fermented and unfermented soybean foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 745-750 (1998)
- Kim, S.R. and Kim, S.D. Content and distribution of isoflavones in Korean soybean cultivars. *RDA J. Agric. Sci.* 38: 155-165 (1997)
- Choi, J.S., Kwon, T.W. and Kim, J.S. Isoflavone contents in some varieties of soybeans. *Foods Biotechnol.* 5: 167-169 (1996)

(2003년 3월 11일 접수; 2003년 4월 23일 채택)