

콩 품종별 감식초 절임 중 이소플라본 함량 변화

김주숙 · 김종균 · 김우정^{1,*}

세종대학교 생활과학과, ¹세종대학교 식품공학과

Changes of Isoflavone Contents in Soybean Cultivars Pickled in Persimmon Vinegar

Joo-Sook Kim, Jong-Goon Kim, and Woo-Jung Kim^{1,*}

Department of Human Life Science, Sejong University

¹Department of Food Science and Technology, Sejong University

Effects of pickling soybeans in acidic solution on soybean isoflavone, and pH and color of immersing solution were investigated. Soybean cultivars, *Seoritae* and *Seomoktae* (black beans) and *Myeongju-namul* (yellow bean), were soaked in persimmon vinegar for 10 days at 20°C. Isoflavone content increased rapidly during pickling, reaching 51.8 (*Seomoktae*)-106.8% (*Myeongju-namul*). Increase of aglycone types, from 6.2-9.3% to 20.9-50.8%, was particularly noted, while glycosidic ones were less affected. Acidity of persimmon vinegar increased from 3.4 to 4.4 up to 4 days of soaking and decreased slowly thereafter. Color 'L' and 'b' values of persimmon vinegar decreased significantly, whereas 'a' value increased in black beans. All color values of yellow beans were less affected.

Key words: soybeans, pickling, persimmon vinegar, isoflavone

서 론

초콩은 콩을 산용액에 절임한 뒤 건조시킨 것으로 만성질환의 예방과 치료에 좋다고 하여 오래전부터 민방요법으로 섭취해왔다. 초콩의 제조법은 콩을 양조식초에 7-8일 동안 절임을 반복하는 것으로 제조법이 다양하게 알려져 있다. 만성질환에 효과가 있는 콩의 성분은 isoflavone, saponin, phytate 등 여러 성분이 증명된 바 있으며 그 중 isoflavone의 고혈압, 암, 골다공증에 대한 효과가 연구 발표되고 있다(1-3).

우리나라에서 재배되는 검정콩인 서목태(쥐눈이콩, 약콩)와 서리태는 모두라 하여 옛날부터 약의 소재로, 이들 콩을 삶은 즙에 흑설탕을 가하여 차대신 수시로 마시면 여러 만성질환과 기침에 좋다고 전해지고 있다(4). 검정콩 껍질에서 isoflavone인 genistein의 검출이 발표된 바 있고(5,6), 손 등(7)은 한국산 검정콩 색소는 생리활성 효과실험에서 고혈압, 항염증, 항암효과가 높다고 보고 하였다. 한편 감식초는 산미료로 경북과 호남 지역의 특산물로 음식 맛을 부드럽게 하고 향미를 더해줌과 건강 유지에 효과가 높은 것으로 알려져 있다. 감식초의 효능은 숙취제거, 피로회복, 동맥경화와 고혈압 예방에 좋다고 알려져

있다(8). 감식초 연구는 감식초의 항산화작용(8)과 감식초 제조 조건에 관한 보고(9,10)가 발표된 바 있다. 초콩연구는 산절임 과정 중 흡수율과 텍스처 및 관능적 특성 변화에 관한 연구(11)가 있을 뿐이며, 기능성 성분의 변화에 대한 연구는 거의 없다.

따라서 본 연구에서는 감식초를 이용한 초절임콩 제조 과정 중 isoflavone의 변화를 조사하기 위하여 콩을 감식초에 절임할 때 절임기간에 따른 절임 콩의 isoflavone 함량의 변화와 흡수율, 절임액의 pH, 가용성 고형물 및 색도의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 콩은 예산농협에서 구입한 서리태, 서목태(2001년산)와 농진청 작물시험장에서 생산한 명주나물콩(2001년산)이며, 감식초(고산농업협동조합)를 구입하여 사용하였다. Isoflavone의 함량 분석에 사용한 표준시약 중 genistin, genistein, daidzein은 Sigma Chemical Co.(St. Louis, USA)에서, daidzin은 Wako Chemical Co.(Japan)에서 구입하여 사용하였다.

흡수율과 pH, 가용성 고형물, 색 측정

콩 25 g정도를 칭량하여 감식초 75 mL에 침지하여 20°C 항온조에서 10일간 산절임하면서 시간별 산절임콩과 절임액을 냉장보관하였다. 모든 측정은 3회 반복하여 평균값으로 계산하였다. 절임 과정 중 콩의 흡수율은 절임 시간별로 콩의 무게를

*Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Kunja-dong, Kwangjin-gu, Seoul 143-747, Korea
Tel: 82-2-3408-0227
Fax: 82-2-497-8866
E-mail: kimwj@sejong.ac.kr

측정하여 증가된 무게를 침지 전의 콩 무게로 나누어 흡수율(%)로 하였고, 절임 액의 pH는 pH meter(DMP 600, Dongwoo Co.)로 측정하였고, 가용성 고형물은 refractometer(Atago Co., Japan)를 사용하여 °Brix를 측정하였다. 추출액의 색은 Color Difference Meter(CT-310, Minolta Co., Japan)를 사용하여 L, a, b값을 측정하였다. 이때 사용된 표준백판의 값은 L=97.50, a=-0.20, b=1.61이었다.

Isoflavone의 추출 및 분석

Isoflavone 분석을 위한 시료의 전처리에는 산절임 콩분말 1g에 80% ethanol 50 mL를 넣어 ultrasonicator(3210R-DTH, Branson Ultrasonic Co., USA)에서 60분간 추출한 다음 고속원심분리기로 3000×g에서 20분간 원심분리하였다. 상정액을 취하여 Whatman 여과지(No. 41)로 2회 반복 여과하고, 여액은 40°C에서 rotary vacuum evaporator(Type N-N, Tokyo Rikakikai Co., Japan)를 사용하여 농축한 다음 80% methanol 10 mL를 넣고 추출하였다. 추출액은 syringe filter(0.22 μm, National scientific Co.)로 여과하여 HPLC(Waters 600, Waters Co., USA)에 그 여액을 20 μL 주입하여 isoflavone을 분석하였다.

콩의 isoflavone은 HPLC를 사용하여 Wang 등(12)의 방법을 수정 보완한 gradient solvent systems으로 분석하였다. 분석에 사용된 column은 μ-Bondapak C₁₈ column(3.9×300 mm HPLC column, Waters Co., USA) 이었고, UV detector(Waters 486, Waters Co., USA)를 사용하여 254 nm에서 isoflavone을 측정하였다. Gradient는 용매A(20% methanol):용매B(60% methanol)=100:0으로 시작하여 55분후에는 0:100이 되도록하였으며 flow rate는 1 mL/min이었다. 분리한 isoflavone 함량은 daidzin, genistin, daidzein, genistein 각각의 표준 물질의 농도에 대한 peak면적의 표준정량곡선(standard calibration curve)으로부터 계산하였다.

결과 및 고찰

절임콩의 흡수율

제품중의 콩을 20°C의 감식초에 10일간 절임 하면서 흡수율을 측정된 결과는 Table 1과 같다. 전반적으로 절임 시작 후 처음 2일 동안은 빠르게 증가하였다가 그 이후는 다시 완만하여 지거나 약간 감소하였다. 흡수율은 절임 2일에 가장 높아 130-150%의 범위를 보였으며 명주나물콩이 가장 높았고 서리태와 서목태는 거의 같았다. 이것은 이 등(13)의 결과와 유사하였으며, 또한 Hsu 등(14)은 대두의 흡수속도는 품종에 따라 차이를 보이며, 단백질함량과 상관관계를 보이지 않으나 대두의 크기와 밀도와는 상관관계를 보인다고 보고하였는데 명주나물콩의 무게는 1,000립중이 100.4 g으로 가장 적었고, 다음이 서목태 109.4 g, 서리태 375.0 g이어서 명주나물콩이 단위 표면적이 가장 적었다. 1,000립중 무게가 비슷했던 명주나물콩과 서목태 간의 흡수율 차이는 표피조직의 치밀성이 관여했으리라 생각된다. 또한 흡수율이 최고점에 도달한 후 약간씩 감소하는 경향은 산용액에의 고형분 용출이 관여 했으리라고 생각된다.

절임액의 pH, 가용성 고형물, 색도의 변화

절임액의 pH 변화는 Table 1과 같으며 산절임 시작 후 4일까지는 pH가 3.4에서 4.4까지 지속적으로 증가하다 차츰 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 경향은 모두 같았으며 품종간에 거의 유사하였다. 이는 산용액에 용해되는 물질들이 절임초기에 대부분 콩에서 용출되어 pH의 증가에 영향을 주었고 그 후의 감소는 절임 중 산발효에 의한 것이라 생각된다.

절임액의 가용성 고형물변화는 Table 1과 같이 감식초의 8.0 °Brix에서 2일까지 빠르게 증가하여 15.2°Brix가 되었다가 그 후에는 변화가 거의 없었다. 절임 중 가용성 고형물의 증가 경향은 pH의 증가 경향과 같이 콩에 있는 당의 용출에 기인됨을

Table 1. Changes in water absorption rate, pH, soluble solid, and color during soaked soybeans in persimmon vinegar

Soybean cultivars	Soaking time (day)							
	0	2	4	6	8	10		
Water absorption rate (%)	<i>Seoritae</i>	0.0	128.4	125.8	123.2	124.4	121.3	
	<i>Seomoktae</i>	0.0	130.0	125.0	128.3	125.2	121.2	
	<i>Myeongju-namul</i>	0.0	149.0	147.9	145.3	145.0	141.2	
pH	<i>Seoritae</i>	3.4	4.2	4.4	4.2	4.1	4.1	
	<i>Seomoktae</i>	3.4	4.1	4.4	4.2	4.2	4.1	
	<i>Myeongju-namul</i>	3.4	4.2	4.4	4.2	4.2	4.1	
Soluble solid (°Brix)	<i>Seoritae</i>	8.0	13.7	15.1	15.1	15.0	14.7	
	<i>Seomoktae</i>	8.0	13.4	14.7	14.8	15.2	14.7	
	<i>Myeongju-namul</i>	8.0	13.5	15.0	14.7	15.2	14.9	
Hunter color value	<i>Seoritae</i>	L	66.2	10.3	9.0	11.1	7.5	8.0
		a	2.1	17.0	18.4	18.3	17.3	17.3
		b	20.9	6.4	5.8	5.5	4.8	5.0
	<i>Seomoktae</i>	L	66.2	9.8	8.0	7.5	7.7	5.9
		a	2.1	17.1	16.5	15.7	15.0	15.2
		b	20.9	6.2	5.2	4.9	4.8	3.9
	<i>Myeongju-namul</i>	L	66.2	45.5	48.5	35.7	41.5	38.0
		a	2.1	4.2	3.4	1.8	1.9	2.0
		b	20.9	18.7	17.8	16.8	17.4	15.7

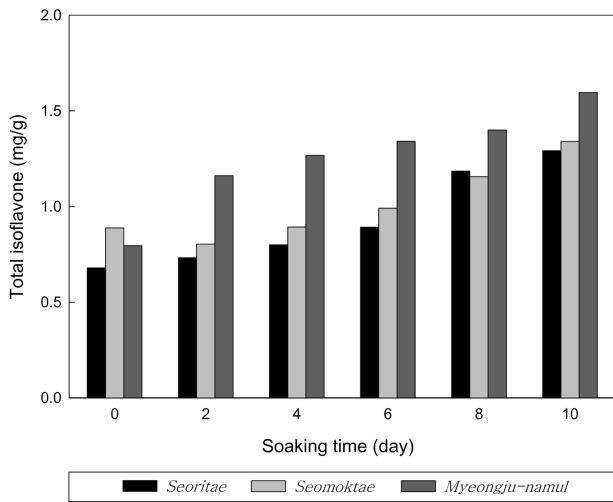


Fig. 1. Changes in isoflavone contents of soybeans during soaking in persimmon vinegar at 20°C.

알 수 있었다(13). 또한 절입 후반기에는 절입액 표면에 젤리와 같은 막생성이 관찰되었으며 이러한 막은 절입액 중의 산과 당, 콩의 수용성 다당류가 결합되어 형성된 것으로 생각된다.

절입액의 색도변화는 Table 1과 같이 감식초의 밝기를 나타내는 'L'값과 황색의 'b'값은 크게 감소한 반면 'a'값은 증가하였다. 감식초는 'L', 'a', 'b'값이 각각 66.2, 2.1, 20.9로 갈색을 나타내었으며 절입 중 이들 값의 변화는 검정콩 절입 시 현저하였다. 서리태와 서목태의 경우 절입 초기인 2일에 빠른 변화가 있어 'L'값은 10.3과 9.8로, 'a'값은 17.0과 17.1로, 'b'값은 6.4와 6.2로 변화하였고, 그 후 이들 색의 변화는 완만하였다. 특히 검정콩 절입액의 낮은 'L'값은 검정콩 표면의 검은 색소가 산 용액에 쉽게 용출되었기 때문으로 생각된다. 한편 노란콩인 명주나물콩을 절입하였을 때 'L'값과 'b'값은 비교적 완만한 감소가 있었으나 'a'값은 거의 변화가 없었다.

초절입콩의 isoflavone의 함량변화

산절입콩의 절입 기간에 따른 총 isoflavone 함량의 변화는

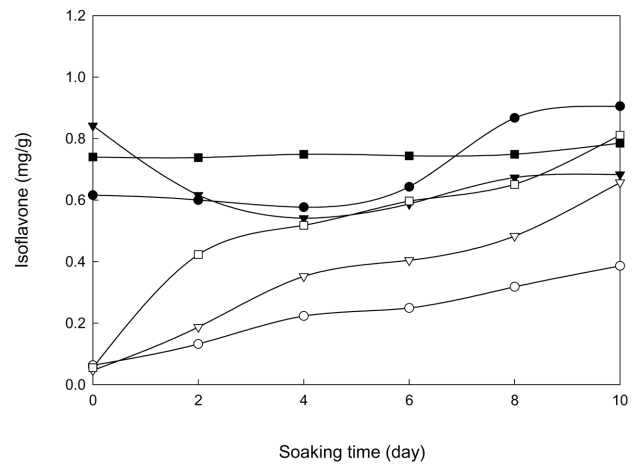


Fig. 2. Changes in total aglycone and glycosides in soybeans during in persimmon vinegar at 20°C.

-●-: glycosides, *Seoritae*; -○-: aglycone, *Seoritae*; -▼-: glycosides, *Seomoktae*; -▽-: aglycone, *Seomoktae*; -■-: glycosides, *Myeongju-namul*; -□-: aglycone, *Myeongju-namul*.

Fig. 1과 같으며 모두 절입 기간이 길어질수록 총 isoflavone 함량이 늘어남을 알 수 있었다. 명주나물콩의 경우 절입 10일째에 1.596 mg/g으로 절입 하지 않은 원료콩의 0.795 mg/g보다 106.8% 증가 하였고, 서목태는 0.888 mg/g에서 1.340 mg/g으로 51.8%, 서리태는 0.679 mg/g에서 1.291 mg/g으로 90.1% 증가 하였으며 명주나물콩의 증가율이 가장 컸다. 명주나물콩의 경우 절입 초기에 많은 증가를 보인 반면 서목태는 절입 2일에 약간의 감소를 보인 후 지속적으로 증가하였고 서리태는 절입 후기인 8-10일에 많이 증가하였다. Isoflavone의 종류별 변화는 (Table 2) 전반적으로 daidzin과 genistin은 다른 isoflavone에 비하여 변화가 적었으나 daidzein과 genistein은 현저한 증가가 있었다. 명주나물콩의 경우 daidzin과 genistin은 변화가 거의 없었음에 반하여 daidzein과 genistein은 절입 2일째부터 빠르게 증가하여 10일 절입시에는 daidzein이 0.311 mg/g, genistein이 0.500 mg/g이 되어 각각 27배, 10배 정도 증가하였다. 이러한 결과를 isoflavone의 glycoside와 aglycone 형태로 나누어 그 변

Table 2. Effect of soaking soybeans in persimmon vinegar at 20°C on isoflavone contents

(mg/g, dry basis)

Cultivars	Soaking time (day)					
	0	2	4	6	8	10
<i>Seoritae</i>						
Daidzin	0.247 ± 0.02	0.228 ± 0.05	0.193 ± 0.02	0.243 ± 0.01	0.283 ± 0.01	0.293 ± 0.01
Genistin	0.369 ± 0.01	0.372 ± 0.02	0.384 ± 0.02	0.400 ± 0.03	0.584 ± 0.03	0.612 ± 0.03
Daidzein	0.013 ± 0.01	0.039 ± 0.01	0.081 ± 0.01	0.100 ± 0.01	0.130 ± 0.00	0.148 ± 0.01
Genistein	0.050 ± 0.01	0.093 ± 0.01	0.142 ± 0.01	0.149 ± 0.01	0.188 ± 0.01	0.238 ± 0.01
<i>Seomoktae</i>						
Daidzin	0.285 ± 0.01	0.293 ± 0.01	0.203 ± 0.01	0.221 ± 0.01	0.243 ± 0.02	0.245 ± 0.01
Genistin	0.557 ± 0.03	0.323 ± 0.01	0.338 ± 0.02	0.366 ± 0.03	0.430 ± 0.02	0.438 ± 0.02
Daidzein	0.005 ± 0.00	0.007 ± 0.00	0.111 ± 0.01	0.157 ± 0.01	0.186 ± 0.01	0.248 ± 0.01
Genistein	0.041 ± 0.00	0.180 ± 0.01	0.241 ± 0.01	0.247 ± 0.01	0.297 ± 0.01	0.409 ± 0.03
<i>Myeongju-namul</i>						
Daidzin	0.290 ± 0.01	0.285 ± 0.02	0.276 ± 0.02	0.253 ± 0.02	0.254 ± 0.01	0.268 ± 0.01
Genistin	0.450 ± 0.02	0.453 ± 0.02	0.473 ± 0.02	0.491 ± 0.03	0.495 ± 0.03	0.517 ± 0.03
Daidzein	0.011 ± 0.01	0.174 ± 0.01	0.213 ± 0.01	0.244 ± 0.02	0.264 ± 0.01	0.311 ± 0.02
Genistein	0.044 ± 0.01	0.249 ± 0.01	0.305 ± 0.03	0.353 ± 0.02	0.387 ± 0.02	0.500 ± 0.06

화를 정리한 것은 Fig. 2와 같은데 glycosides는 변화가 적거나 증가의 경향이 뚜렷하지 않았음을 볼 수 있었다. 그러나 daidzein과 genistein을 합한 aglycone 형태는 빠르게 증가하였고, 증가한 정도는 명주나물콩 > 서목태 > 서리태의 순으로 명주나물콩이 15배로 다른 콩에 비하여 크게 증가하였다.

산절입 중 isoflavone의 변화와 증가는 낮은 pH에 의한 malonyldaidzin, acetyldaidzin, malonylgenistin, acetylgenistin 등 isoflavone의 isomer(15)가 분해되면서 해당 isoflavone으로 전환되고 glycoside 형태의 glucose가 분리 되면서 aglycone 형태로 전환되었기 때문으로 생각된다.

요 약

감식초를 이용한 산절입콩 제조 과정 중 콩의 isoflavone의 함량변화와 흡수율, 절입액의 pH, 가용성 고형물량, 색도의 변화를 조사하고자 검정콩인 서리태, 서목태와 노란콩인 명주나물콩을 20°C에서 10일간 감식초에 절입하였다. 콩의 총 isoflavone의 변화는 모두 절입 기간이 길어 질수록 총 isoflavone이 늘어남을 알 수 있었고 특히 명주나물콩의 경우 절입 10일째에는 1.596 mg/g으로 절입하지 않은 원료콩 0.795 mg/g보다 106.8% 증가하였다. 또한 절입 기간이 길어짐에 따라 총 isoflavone 중 aglycone의 증가가 뚜렷하였는데 절입기간 10일째에는 전체의 6.2-9.3%였던 것이 20.9-50.8%를 차지하였다. 절입액의 pH변화는 절입 초기에 가장 많이 일어났고, 가용성 고형물량의 변화는 절입 2일째에 많이 증가하였으며 증가 경향은 pH와 유사하였다. 절입액의 밝기인 'L'값은 검정콩의 색소 용출로 현저히 낮아졌으며 'a'값은 검정콩 절입의 경우 증가하였으나 명주나물콩은 감소하였고 'b'값은 검정콩이 현저히 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 고을빛 생식마을(주)의 연구비 지원에 의한 연구 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kwon HJ. Bioactive compounds of soybean and their activity in

2. Bakihit RM, Klein BP, Essex-Sorlie D, Ham JO, Erdman JW Jr., Potter SM. Intake of 25g of soybean protein with or without soybean fiber alters plasma lipids in men with elevated cholesterol concentrations. *J. Nutr.* 124: 213-218 (1994)
3. Abelow BJ, Holford TR, Insogna KL. Cross-cultural association between dietary animal protein and hip fracture: A hypothesis. *Calcif. Tissue Int.* 50: 14-20 (1992)
4. Koh KJ, Shin DB, Lee YC. Physicochemical properties of aqueous extracts in small red bean and black soybean. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 854-859 (1997)
5. Kim SR, Kim SD. Studies on soybean isoflavones. *RDA J. Agric. Sci.* 38: 155-165 (1996)
6. Ko MK, Kwon TW, Song YS. Effects of yellow and black soybeans on plasma and hepatic lipid composition and fecal lipid excretion in rats. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27: 126-131 (1998)
7. Son JH, Choung MG, Choi HJ, Jang UB, Son GM, Byun MW, Choi C. Physiological effect of Korean black soybean pigment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 764-768 (2001)
8. Jeong HJ, Jo HB, Kim AK, Park KA, Son YJ, Lee KK, Kim DI. Studies on tannin contents and physiological function of commercial persimmon vinegars. *Report S. I. H. E.* 33: 114-116 (1998)
9. Jeong YJ, Lee GD, Kim KS. Optimization for the fermentation condition of persimmon vinegar using response surface methodology. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1203-1208 (1998)
10. Jeong ST, Kim JG, Chang HS, Kim YB, Choi JU. Effect of pectin degradation enzyme during alcohol fermentation of persimmon pulp for persimmon vinegar preparation. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agric. Prod.* 3: 179-184 (1996)
11. Yeo KE, Choi HS, Kim DW, Kim JS, Kim WJ. Effect of acidification on physical and organoleptic properties of soybeans. *Korean J. Food and Nutr.* 16: 410-416 (2003)
12. Wang G, Kuan SS, Francis OJ, Ware GM, Carman AS. A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. *J. Agric. Food Chem.* 38: 185-190 (1990)
13. Lee YH, Jung HO, Rhee CO. Solids loss with water uptake during soaking of soybeans. *Korean J. Food Sci. Technol.* 19: 492-498 (1987)
14. Hsu KH, Kim CJ, Wilson LA. Factors affecting water uptake of soybeans during soaking. *Cereal Chem.* 60: 208-211 (1982)
15. Wang HJ, Murphy PA. Mass balance study of isoflavones during soybean processing. *J. Agric. Food Chem.* 44: 2377-2383 (1996)

(2004년 3월 29일 접수; 2004년 10월 4일 채택)