

콩의 폴리페놀, 피테이트 함량과 항산화능과의 관계

김미정¹ · 송영주² · 김혜란² · 이석룡² · 석대은³ · 김세나⁴ · 김미리^{2*}

¹충북대학교 식품영양학과, ²충남대학교 식품영양학과, ³충남대학교 약학대학, ⁴농촌진흥청 농식품자원부

Polyphenol and Phytate Contents and Their Relationship to Antioxidative Activity in Soybeans

Mee Jeong Kim¹, YoungJu Song², HyeRan Kim², Seok Ryong Lee², Dai-Eun Sok³, Sena Kim⁴ and Mee Ree Kim^{2*}

¹Dept. of Food and Nutrition, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

³College of Pharmacy, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

⁴National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-853, Korea

Abstract

In this study we evaluated polyphenol contents, phytate contents, and antioxidant activities (DPPH radical and hydroxyl radical scavenging activity) in several soybean cultivars. The polyphenol contents of the cultivars ranged from 0.0446 mg/g to 0.0652 mg/g, with the highest level found in the WS82 cultivar, whereas and the lowest in Duyukong. The phytate content of the WS2906 cultivar was the highest at 22.28 mg/g whereas Duyukong showed the lowest level. IC₅₀ values (concentration of soybean extract exerting 50% scavenging of radicals) for DPPH radical and hydroxyl radical scavenging activity showed the highest in WS82. A positive correlation between DPPH radical scavenging activity and polyphenol contents was observed in the soybean cultivars, whereas not significant relationship between antioxidant activity and phytate content was found.

Key words : Polyphenol content, phytate contents, antioxidant activity, soybean.

서 론

콩은 학명이 *Glycine max*(L.) Merrill이라 하며, 원산지는 아시아이고, 우리나라는 삼국시대 초기부터 재배되어 왔다. 콩에는 지질 20%, 단백질 40%, 탄수화물 35%, 5%의 기타 성분으로 체내의 조절소인 비타민이나 무기질 등이 약 5% 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(RDA 2009).

콩은 식물성 식품임에도 필수 아미노산 함량이 높아 비교적 우수한 단백질을 가지고 있으며, 콩에 함유된 지질인 레시틴은 혈중 콜레스테롤의 축적을 방지하는 기능을 하며, 콩의 지방은 불포화 지방산 함량이 높아 동물성 육류의 섭취가 높은 현대인에게 건강식의 주된 재료로 주목을 받고 있다(Kim SO 2006). 또한 콩은 비타민, 미네랄 등 미량 영양 성분을 갖춘 식품일 뿐만 아니라, 여러 가지 생리활성이 풍부하여 기능성 효능을 갖춘 식품 소재로서도 손색이 없어 생리활성에 대한 연구는 다양하게 연구되고 있다. 특히 Yang *et al*(2005)과 Wei *et al*(2006)은 국내산 콩과 제조제 내성 콩에

서 무기질과 지방산과 총 단백질은 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 일부 단백질의 양에서 차이를 보인다고 하였다. 콩의 대표적인 기능성 물질로서는 이소플라본, 사포닌, 트립신 저해제, 펩타이드, 올리고당, 인지질, 식이섬유, 피테이트 등을 들 수 있으며, 각종 암, 심혈관 질환, 골다공증, 고지혈증 등을 예방 및 완화하는 효과들이 연구되어 왔다(Oh *et al* 2002). 이 중에서 이소플라본, 페놀산, 토코페롤, 피트산, 사포닌, 트립신 저해제와 아미노산 및 펩타이드들은 항산화 물질로 거론되고 있는 중요한 성분들이다(Kim *et al* 2005). 특히 사포닌은 생체내에서 과산화 지질의 형성을 억제하는 기능을 발휘하며, 노인 치매를 예방하는 효과가 있을 뿐 아니라 AIDS virus인 HIV에 대한 감염 저해 작용 등에 관해서도 보고되고 있으며, 이소플라본의 유방암과 난소암의 발생 억제 효과가 보고되었다. 최근의 국내에서 콩에 대한 연구는 품종별, 발아 중 변화 등 이소플라본 함량에 대한 연구가 많이 진행되고 있다(Lee *et al* 2002, Kim *et al* 2003, Kim *et al* 2004, Kim *et al* 2004). 또한 탄닌과 피트산 함량(Kim & Kim 1998, Kim *et al* 2009), 루테인 함량(Choi *et al* 2007), 항산화력 연구(Bae & Moon 1997, Bae *et al* 1997), 콩나물 성장 중 사포

* Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-821-8827, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

년 변화에 대한 연구(Oh *et al* 2003)와 이러한 기능을 이용한 식품의 개발 측면에서도 다양한 응용이 이루어져서 콩 아이스크림의 혈당 개선 능력(Park *et al* 2008), 콩 섬유로 만든 스펀지 케이크(Park *et al* 2008)에 관한 연구 등이 있다. 또한 콩은 품종과 가공 방법에 따라 트립신 저해 능력과 헤마글루티닌 활성이 다르다는 보고(Felipe *et al* 2005, 2006)와 피테이트의 함량이 다르다는 보고(Kim *et al* 1994)가 있다. 감마선이 조사된 대두에서 저선량의 경우 페놀 및 피테이트 함량의 차이가 없으나, 10 kGy 이상의 고선량에서는 다소 영향이 있는 것으로 보고하였다(Lee *et al* 1996). 저장 기간이나 저장 온도가 콩의 산가, 유기산 함량, 지방산 함량, 고형분, 환원당의 함량에 영향을 준다는 보고도 있다(Sul *et al* 1998).

콩은 주로 그 용도에 따라 장류두부용, 나물용, 밥물용, 풋콩류로 나뉜다. '황금콩'은 피저병에 저항성이 강한 품종으로 개발된 것으로 조단백질 함량은 41%, 조지방 함량은 20% 정도로서 메주와 두부용 품종이다. '풍산 나물콩'은 제주도 장려품종이며 소립(100립 중 10.1 g) 다수성(1.5~2 톤/ha) 이면서 내재해성 품종이고, 콩나물 특성은 종자 발아가 균일하고 부패립과 발아 불량률이 낮으며, 잔뿌리 발생이 적고 수율(730%)이 높다. '두유콩'은 단백질 함량이 비교적 많고 두유 추출률, 두유 중 고형분, 두부의 경도 등이 높아서 두유가 공적성이 좋은 품종이다(RDA 2009). 콩의 폴리페놀 물질은 일반적으로 잘 알려져 있듯이 항산화 작용을 통해 항암 효과를 발휘하는 훌륭한 식품 성분이며, 피테이트도 마찬가지이지만 품종에 따라 분석된 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 메주와 두부용으로 사용되는 대표적인 품종인 황금콩, 두유콩과 나물용의 대표적인 품종인 풍산콩을 사용하여 콩 품종별 폴리페놀 함량, 피테이트 함량을 알아보고, 이들의 함량이 콩의 항산화능과 어떤 관계가 있는지 알아보았다.

실험 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 콩은 WS 82(2003년 미국에서 수확한 품종), HS 2906 (WS82에 CP4-EPSPS가 들어 있는 glyphosphate계 제초제 저항성이 있는 콩의 품종), 황금콩(1980년에 육성한 것으로 종피와 제색이 황색이며, 장류용으로 외관특성이 우수한 품종), 풍산콩(1996년 육성한 것으로 종피와 제색이 황생이며 나물용으로 다수성인 품종), 두유콩(1990년대 육성한 것으로 장류용으로 개발한 품종)으로 생명공학연구원에서 제공을 받아 실험에 사용하였다.

2. 폴리페놀 함량

폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법으로 분석하였다. 건조 시

료 0.3 g에 MeOH 10 mL를 넣고 15시간 교반시킨 후 3,000 rpm에서 10분 원심분리시킨 후 상등액을 evaporator를 이용하여 감압 농축시킨 후 최종 농도가 50 mg/mL가 되도록 20 mM PBS buffer를 이용하여 녹였다. 증류수 2.5 mL에 시료 0.33 mL, Foline-Denis 0.16 mL, Na₂CO₃ 0.3 mL를 넣고 암실에서 30분간 발색시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였고, standard는 tannic acid를 사용하였다(AOAC 1980).

3. 피테이트 함량

피테이트 함량은 Wade method로 분석하였다(Huang *et al* 2006).

1) 피테이트 추출

우선 시료의 각 cultivar 별로 각 시료 중에 함유되어 있는 피테이트 함량을 평가하기 위해 콩 시료(5 g)를 250 mL Erlenmeyer flask에 넣고 100 mL의 2.4% HCl를 넣어 밀봉한 후에 60분간 상온에서 stirrer한 후에 원심분리 하였다(100,000 g, 1 hr). 이후에 정확히 5 mL의 상등액을 취하고 증류수를 가하여 최종 25 mL로 희석하였다.

2) 음이온교환 수지에 의한 피테이트의 분리

희석된 시료(10 mL)를 증류수로 미리 준비된 AG1-X4 column (100~200 mesh, chloride form, 0.5 g; Bio-Rad)에 통과시켜 용출액을 버리고 이어서 결합된 phosphate 이온을 제거하기 위해 15 mL의 0.1 M NaCl 용액을 용출시키며, 이어서 0.7 M NaCl 함유 용액(10 mL)으로 용출시켜 얻은 최종액을 시험관에 수집하였다.

3) 피테이트 함량 측정

피테이트 함량은 Wade method으로 다음과 같이 하였다. 상기에서 최종적으로 용출된 시료에 함유된 피테이트의 양을 측정하기 위해 용출액 (0.5 mL)을 1 mL의 Wade 용액(0.03% FeCl₃ · 6H₂O; 0.3% sulfosalicylic acid)과 함께 시험관(10 mL)에서 섞은 후에 증류수를 넣어 4 mL로 희석하였다. 이어서 반응액을 8,000 rpm, 10 분간 원심분리한 후에 상등액의 흡광도를 500 nm에서 측정하였다. 별도로 기지 농도의 피테이트에 따른 흡광도를 검량 곡선으로 표시하였고, 시료 중에 함유된 피테이트의 함량은 피테이트의 검량 곡선에 의해 산출하여 콩시료 내에 들어 있는 피테이트의 양을 mg/g weight으로 표시하였다.

4. DPPH Radical 소거능

DPPH radical 소거능은 Blois methods로 분석하였다(Blois MS 1958).

시료 0.3 g에 MeOH를 10 mL의 비율로 넣고 15시간 교반시킨 후 3,000 rpm에서 10분 원심분리시킨 후 상등액을 evaporator를 이용하여 감압 농축시킨 후 최종 농도가 50 mg/mL가 되도록 MeOH를 이용하여 녹였다. 시료 50 μ L에 DPPH용액 150 μ L를 넣어 30분 동안 실온에서 반응시킨 다음 515 nm에서 흡광도를 측정하였다.

$$\text{DPPH 소거능(\%)} = \frac{(O.D._{\text{control}} - O.D._{\text{sample}})}{O.D._{\text{control}}} \times 100$$

5. Hydroxyl Radical 소거능

시료는 앞의 DPPH radical 소거능 측정을 위해 추출한 동일한 방법으로 추출한 시료를 사용하였다. 추출물 0.1 mL에 0.1 mM FeSO₄/EDTA 용액 0.2 mL, 10 mM 2-deoxyribose 0.2 mL, phosphate buffer(pH 7.4) 1.3 mL, 10 mM H₂O₂ 0.2 mL를 가하고 수욕조에서 1시간 반응시킨 후 2% trichloroacetic acid 용액 1 mL를 첨가하여 100°C에서 20분 가열한 후 급속 냉각시켜 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.(Joung *et al* 2007)

6. 통계 처리

모든 실험은 3회 이상 반복 실시하였고, 통계 처리는 SPSS (ver 12.0)을 사용하여 평균치로 결과를 표시하였다. 각 시료의 폴리페놀 함량, 피테이트 함량과 radical 소거능의 상관관계는 ANOVA를 이용하여 분산 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 총 폴리페놀과 피테이트 함량

실험에 사용한 다섯 가지 시료의 총 폴리페놀 화합물의 함량은 Table 1과 같다. WS82가 0.0652 mg/g으로 가장 많이 함유하고 있었고 일반 콩에서는 황금콩>풍산콩>두유콩의 순으로 많이 함유하는 것으로 나타났다. 시료로 사용한 콩의 피테이트 함량은 Table 2에 제시하였다. 피테이트 함량은 WS2906이 22.28 mg/g으로 가장 많았으며, 다음으로는 황금콩이 가장

많고, 다음이 풍산콩이었으며, 두유콩은 가장 적은 것으로 나타났다. Kim 등(2005)은 검정콩에서 항산화 역할을 하는 페놀산 물질의 함량을 측정된 결과, benzoic(127.70 mg%)>p-coumaric(67.68 mg%)>salicylic(59.40 mg%)>gentisic(43.19 mg%)>ferulic(16.57 mg%)>syringic(15.04 mg%)>chlorogenic(8.00 mg%)>caffeic(4.53 mg%) 등으로 함유되어 있다고 하였다. Ahn과 Yang(1985)은 건조콩과 발아, incubation, autoclave 등의 처리 과정에 따라 피테이트의 함량에 많은 차이를 나타내는데 건조시에는 1,351 mg/100 g, 발아 6일후 331 mg/100 g, incubation 5시간 후는 997 mg/100 g, autoclave 1시간은 1,321 mg/100 g의 함량을 나타낸다고 하였다. Kim & Kim(1998)의 보고에 의하면 콩의 피트산은 60°C로 가열하면 증가하였고, 80°C에서는 거의 변화가 없었으며, 100°C로 50분 가열하면 감소한다고 하였다. Bae *et al*(1997)은 국산 콩 4종에서 이소플라본 함량은 1,607.6~6,952.0 μ g으로서 콩 종류와 추출 용매에 따라 차이가 컸고, 검정콩의 항산화 효과가 가장 높았으며, 두부 제조 시 두부순물에서 이소플라본 함량이 가장 높아 이를 회수할 수 있는 방법을 강구하자고 제안하였다. Kim *et al*(2009)은 국산 113종의 콩에서 피테이트 함량은 0.43(만리콩)~4.72(다기콩) mg/g이라고 보고하였다. Kim *et al*(1994)은 황색콩의 피테이트 함량은 2.4%이며, 가공이나 발효에 따라 그 함량은 감소하는 것으로 나타났다.

2. Radical 소거능

실험에 사용한 다섯 가지의 콩의 DPPH radical 소거능은 Table 3에 제시하였다. DPPH radical 소거능은 품종에 따라 많은 차이가 있어 66.87~128.84 IC mg/g을 보였다. 품종별로 보면 WS82>풍산콩>두유콩>HS2906>황금콩의 순이었다. 다섯 가지 시료의 hydroxy radical 소거능은 Table 4에 제시하였다. Hydroxy radical 소거능은 104.8~224.64 IC mg/g으로 품종에 따라 두 배 이상의 차이를 보였다. 그 값은 풍산콩>HS2906>WS82>황금콩>두유콩 순이었다. 한편, Oh *et al*(2002)은 밥밀 종류의 전자공여능은 울타리콩, 황태, 강낭콩이 90% 이상으로 가장 높고, 선비콩과 청태는 각각 57%와

Table 1. Phenol content of different soybean cultivars

Cultivars	WS82	HS2906	Whanggumkong	Poongsankong	Duyukong
Phenol(mg/g)	0.0652±0.0042	0.0468±0.0060	0.0541±0.0018	0.0498±0.0023	0.0446±0.0005

Table 2. Phytate content of different soybean cultivars

Cultivars	WS82	HS2906	Whanggumkong	Poongsankong	Duyukong
Phytate(mg/g)	21.33±0.14	22.28±0.19	20.31±0.36	19.79±0.57	18.81±0.79

Table 3. DPPH radical scavenging activity of different soybean cultivars

Cultivars	WS82	HS2906	Whanggumkong	Poongsankong	Duyukong
IC ₅₀ (mg/g)	128.84±7.65	83.36±2.55	66.87±8.38	111.09±0.00	85.96±9.33

Table 4. Hydroxyl radical scavenging activity of different soybean cultivars

Cultivars	WS82	HS2906	Whanggumkong	Poongsankong	Duyukong
IC ₅₀ (mg/g)	112.75±4.97	150.87±57.74	107.75±5.64	224.64±0.60	104.8±4.22

50%로 유의적으로 낮았다고 보고하였다.

3. 총 폴리페놀 함량, 피테이트 함량과 Radical 소거능의 상관관계

폴리페놀 함량과 radical 소거능의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 폴리페놀 물질의 함량과 hydroxy radical은 유의적인 상관관계를 보이지 않았으나 폴리페놀 물질과 DPPH radical의 소거능과는 0.61의 상관계수를 나타내며, $p < 0.01$ 으로 유의한 수준의 상관관계를 보였다.

반면, 각 시료의 피테이트 함량과 radical 소거능 사이의 상관관계는 Table 6에 제시하였다. 표에서 볼 수 있듯이 피테이트 함량과 DPPH radical 소거능 사이에는 양의 상관관계가 있고 피테이트 함량과 hydroxyl radical 소거능 사이에는 음의 상관관계가 있는 것으로 보이나, 두 가지 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다.

Table 5. Correlation of DPPH radical scavenging activity, hydroxyl radical scavenging activity and phenol amount by different soybean cultivars

	DPPH	HO	Phenol
DPPH	1.000		
HO	0.217	1.000	
Phenol	0.611**	-0.166	1.000

** Coefficient of correlation is significantly different at $p < 0.01$.

Table 6. Correlation of DPPH radical scavenging activity, hydroxyl radical scavenging activity and phytate amount by different soybean

	DPPH	HO	phytate
DPPH	1.000		
HO	0.217	1.000	
Phytate	0.152	-0.004	1.000

Kim 등(2005)이 검은 콩에서 항산화 원인 물질과 항산화 효과를 비교한 결과를 보면 이소플라본, 페놀산, 토코페롤, 안토시아닌 등 콩 속에 들어있는 항산화 물질은 항산화력을 보이며, 이들의 항산화력은 서로 시너지 효과를 보이는 것으로 나타났다.

Choi 등(2005)은 45종의 식용 및 약용 식물의 추출물에서 항산화 활성을 측정하고, 폴리페놀 화합물과의 함량을 비교한 결과 총 폴리페놀 함량이 높은 식물은 대부분이 플라보노이드 함량도 많았고, 추출물의 radical 소거능과 폴리페놀 화합물 함량 간에는 양의 상관관계를 나타내었으나, 지질과산화 억제능과 에스트로젠 활성과 폴리페놀 함량 간에는 유의적인 상관성이 적었다고 보고하였다. Lee 등(2005)도 산채식물들의 폴리페놀 함량은 유리 radical 소거능과 깊은 상관관계가 있음을 보고하였고, H₂O₂의 소거능도 폴리페놀 함량과 연관이 있다고 보고하였다.

Bae와 Moon(1997)은 노란콩과 밤콩, 검정콩, 소립검정콩의 전체와 껍질과 속을 분리하여 항산화 효과를 측정한 결과, 전체의 경우 색이 짙은 것이 항산화 효과가 커며, 껍질을 분리한 속의 항산화 효과는 네 종류가 비슷하여 콩의 항산화 효과는 색소 물질과 총폴리페놀 함량이 중요한 역할을 한다고 하였다.

요약 및 결론

본 연구에서는 콩 품종별 폴리페놀함량, 피테이트 함량 및 항산화능(DPPH radical 소거능, Hydroxyl radical 소거능)을 분석하고, 이들의 상관관계를 분석하였다. 시료로 사용한 콩의 폴리페놀 함량은 0.0446~0.0652 mg/g으로 일반콩에서는 황금콩 > 풍산콩 > 두유콩의 순으로 많이 함유하는 것으로 나타났다. 피테이트 함량은 WS2906이 22.28 mg/g으로 가장 많았으며, 그 다음으로는 황금콩이 많았고, 그 다음이 풍산콩이었으며, 두유콩은 가장 적은 것으로 나타났다. DPPH radical 소거능(IC₅₀, mg/g)은 66.87~128.84 IC mg/g, hydroxyl radical 소거능(IC₅₀, mg/g)은 104.80~224.64 IC mg/g으로 나

타났다. 한편, 콩의 DPPH radical 소거능과 폴리페놀 함량은 양의 상관관계를 나타내었다($p < 0.01$). 피테이트 함량과 DPPH radical 소거능 사이에는 양의 상관관계가 있고, 피테이트 함량과 hydroxyl radical 소거능 사이에는 음의 상관관계가 있는 것으로 보이나, 두 가지 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타났다.

문 헌

- Ahn B, Yang CB (1985) Effects of soaking, germination, incubation and autoclaving on phytic acid in seeds. *Korean J Food Sci Technol* 17: 516-521.
- AOAC (1980) *Official Methods of Analysis of AOAC Intl.* 13th ed. Association of official analytical communities, Washington DC. USA.
- Bae EA, Moon GS (1997) A study on the antioxidative activities of Korean soybean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 203-208.
- Bae EA, Kwon TW, Moon GS (1997) Isoflavone contents and antioxidative effects of soybeans, soybean curd and their by-products. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 371-375.
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Choi SY, Lim SH, Kim JS, Ha TY, Kim SR, Kang KS, Hwang IK (2005) Evaluation of the estrogenic and antioxidant activity of some edible and medicinal plants. *Korean J Food Sci Technol* 37: 549-556.
- Choi YM, Lim H, Woo SH, Kim HS, Jung SK, Lee JS (2007) Lutein contents of soybeans (*Glycine max* L). *Korean J Food Sci Technol* 39: 580-583.
- Felipe Penelope, Yang YH, Lee JH, Sok DE, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR (2005) Combinational effect of moist heating and gamma irradiation on the inactivation of trypsin inhibitory activity in soybean. *Food Sci Biotechnol* 14: 732-737.
- Felipe Penelope, Sok DE, Heo OS, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR (2006) Effect of cultivar and processing on the hemagglutinin activity of soybean. *Food Sci & Biotechnology* 15: 91-95.
- Huang LS, Sok DE, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR (2006) Phytate determination in various cultivars of Korean rice. *J Food Sci Nutr* 11: 67-72.
- Joung YM, Park SJ, Lee KY, Lee JY, Suh JK, Hwang SY, Park KE, Kang MH (2007) Antioxidative and antimicrobial activities of *Lilium* species extracts prepared from different aerial parts. *Korean J Food Sci Technol* 39: 452-457.
- Kim HS, Yoon JY, Lee SR (1994) Effect of cooking and processing on the phytate content and protein digestibility of soybean. *Korean J Food Sci Technol* 26: 603-608.
- Kim KC, Hwang IG, Yoon GM, Song HL, Kim HS, Jeong HS (2009) Minerals, oxalate and phytate contents of recommended soybean cultivars in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 870-878.
- Kim YH, Hwang YH, Lee HS (2003) Analysis of isoflavones for 66 varieties of sprout beans and bean sprouts. *Korean J Food Sci Technol* 35: 568-575.
- Kim JS, Kim JG, Kim WJ (2004) Changes of isoflavone contents in soybean cultivars pickled in persimmon vinegar. *Korean J Food Sci Technol* 36: 833-836.
- Kim JS, Kim JG, Kim WJ (2004) Changes in isoflavone and oligosaccharides of soybeans during germination. *Korean J Food Sci Technol* 36: 294-298.
- Kim SH, Kwon TW, Lee YS, Choung MG, Moon GS (2005) A major antioxidative components and comparison of antioxidative activities in black soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37: 73-77.
- Kim YM, Kim YW (1998) Changes of enzyme activity, trypsin inhibitor, tannin and phytic acid during heat treatment of soybean. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1012-1017.
- Kim SO (2006) Research and industrial trend of the functional components of soybean. *Food Sci Industry* 3 :2-8.
- Lee HJ, Kim JO, Yook HS, Byun MW (1996) Physicochemical properties of gamma-irradiated soybeans. *Korean J. Food Sci Technol* 28: 558-565.
- Lee MH, Park YH, Oh HS, Kwak TS (2002) Isoflavone content in soybean and its processed products. *Korean J Food Sci Technol* 34: 365-369.
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Lim HG, Lee IS (2005) Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. *Korean J Food Sci Technol* 37:233-240.
- Oh HS, Park YH, Kim JH (2002) Isoflavone contents antioxidative and fibrinolytic activities of some commercial cooking-with-rice soybeans. *Korean J Food Sci Technol* 34: 498-504.
- Oh BY, Park BH, Ham KS (2003) Changes of saponin during the cultivation of soybean sprout. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1039-1044.
- Park IK, Yang SH, Choi YS (2008) Quality characteristics of

- soy ice cream prepared with fermented soybean powder base and oligosaccharide and its blood glucose lowering effect. *Korean J Food Sci Technol* 40: 88-95.
- Park JY, Park YS, Chang HG (2008) Quality characteristics of sponge cake supplemented with soy fiber flour. *Korean J Food Sci Technol* 40: 412-418.
- Rural Development Administration, National Institute of Crop Science, Crop Information Center. Available from <http://crop.nics.go.kr/> accessed February. 14.2009.
- Sul MS, Lee HJ, Yook HS (1998) Physicochemical properties of soybeans as influenced by storage temperatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 827-832.
- Wei CH, Sok DE, Yang YH, Oh SH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR (2006) Protein composition of domestic and glyphosate-tolerant soybean. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 470-475.
- Yang YH, Lee JH, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR (2005) Proximate analysis, mineral and fatty acid composition of domestic and glyphosate-tolerant HS2906 soybean. *J East Asian Soc Dietary Life* 15: 71-77.
- (2009년 9월 4일 접수, 2009년 11월 6일 채택)