

## 장려품종 콩의 영양저해 인자 및 리폭시게나아제 특성

김동만 · 백형희 · 김길환

한국식품개발연구원 식품공학연구실

### The Contents of Antinutritional Factors and Lipoyxygenase Activity of the Recommended Soybean Varieties in Korea

Dong-Man Kim, Hyung-Hee Baek and Kil-Hwan Kim

Food Science and Technology Lab., Korea Food Research Institute, Seoul

#### Abstract

The contents of the several antinutritional factors and lipoyxygenase activity of 19 soybean varieties recommended for cultivation in Korea were analyzed. The ranges of raffinose and stachyose contents, which are the flatulence factors, were 0.74~1.58% d.b. and 3.34~5.30% d.b., respectively and the total amount of these sugars was high in the varieties of Hill, Baekun and Jangbaek. The contents of trypsin inhibitor and phytate phosphorus in the soybean varieties ranged from 21.2 to 37.0 TI/g, d.b. and from 337 to 605 mg %, d.b. respectively. The lipoyxygenase activity of 163.6~403.5 unit was shown in the 19 soybean varieties, and Padal, Jangbaek and S-133 were the varieties with the highest activity.

Key words : soybean variety, trypsin inhibitor, flatulence factors, phytate P, lipoyxygenase activity

#### 서 론

대부분의 식물에는 영양저해 인자로 작용하는 화합물이 함유되어 있는데, 이러한 화합물은 식물자체에도 생리적으로 중요한 역할<sup>(1)</sup>을 하지만 포식동물에 대한 방어책으로서 포식동물이 이들 식물을 섭취시 소화를 어렵게 하거나 해를 끼치는 효과를 나타낸다. 이와 같은 현상은 단백질과 지방을 다량 함유하고 있어 식량자원으로서 중요한 콩도 예외는 아니어서 몇 종류의 영양저해 인자가 함유되어 있는 것으로 알려져 있다<sup>(2)</sup>. 콩에 함유된 영양저해 인자들을 크게 대별해 보면 트립신저해제, 적혈구응집소, 항갑상선물질, 항비타민물질 및 피트산 등의 열에 민감한 인자와 사포닌, 북부팽만 인자 및 알레르기항원 등과 같이 열에 안정한 것으로 나눌 수 있다. 콩을 이용하기 위해서는 콩에 함유된 영양저해 인자들을 불활성화 시키거나 그 함량을 감소시켜야 하는데 이를 위하여 열에 민감한 영양저해 인자, 특히 트립신저해제의 열처리 방법에 따른 불활성화 등에 관한 연구와 발아, 한외여과, 효소처리 및 발효를 통한 이들 영양저해 인자들의 분해 및 제거에 관한 다수의 연구가 수행된 바

있다<sup>(3-11)</sup>.

한편, 콩의 영양학적 측면에서의 영양저해 인자 이외에 콩가공 제품의 품질에 영향을 미치는 중요한 인자로 리폭시게나아제가 있는데<sup>(12,13)</sup> 이 효소는 콩의 가공과정 중 조직 파괴시 불포화지방산을 분해시켜 콩비린내의 원인이 되는 알콜, 알데히드 및 케톤 화합물을 생성시킨다. 이 효소는 가열처리 및 에탄올 처리 등에 의해 불활성화시킬 수 있으며 알칼리 처리에 의해 콩비린내를 줄일 수 있다<sup>(14-17)</sup>. 이와 같은 영양저해 인자의 함량 및 리폭시게나아제의 역가는 콩의 품종 및 재배환경 등에 따라서도 큰 차이를 보여 육종 및 재배학적 측면에서는 이러한 인자들의 제거 또는 감량을 위한 연구가 시도되고 있다<sup>(18,19)</sup>.

국산콩에 대해서도 이러한 인자들의 특성 및 제거 등에 관한 연구가 다수 수행된 바 있지만<sup>(6-11,20-24)</sup> 다수의 새로운 콩 품종이 육종, 보급되고 있는 실정에 비추어 볼 때 매우 미흡한 실정으로 현재 재배가 장려되고 있는 모든 품종의 영양저해 인자 및 리폭시게나아제의 특성 조사는 영양학적 측면과 식품가공학적 측면 뿐만 아니라 육종학적 측면에서도 의미가 있다고 사료된다. 이에 국내에서 재배가 장려되고 있는 콩 19품종에 함유된 영양저해 인자 중 트립신저해제, 북부팽만 인자인 라피노오스와 스타키오스, 피트산태의 인의 함량 및 리폭시게

Corresponding author : Dong-Man Kim, Food Sci. & Technol. Lab., Korea Food Research Institute, Cheongryang, Seoul, Korea, 131-650

나아제의 역가를 조사하였던 바 그 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 시료

분석용 시료로 사용한 콩은 1988년에 수확한 보광 외 18종의 국내 장려품종으로 농촌진흥청 작물시험장에서부터 제공받은 후 완전립만을 취하여 실험에 사용하였다.

### 라피노오스와 스타키오스 정량

탈지 콩분말 2g에 50% 에탄올 용액 20 ml를 가하고 2시간 동안 교반한 후 상징액을 원심분리하여 회수하였고 나머지 잔사에 50% 에탄올 용액 10 ml를 가하여 재추출하는 과정을 2회 반복하였다. 회수된 추출액은 40℃에서 감압 농축하여 20 ml로 정용한 후 HPLC를 이용한 당분석용 시료로 사용하였다. 당분석에 사용한 컬럼은 Lichrosorb-NH<sub>2</sub> type이었고 검출기는 RI이었으며 이동상의 용매로는 물로 희석한 75% 아세트니트릴 용액을 사용하였다.

### 트립신저해제 역가 측정

저온에서 n-헥산으로 탈지한 대두분말 시료 1g에 0.01 N NaOH 50 ml를 가하고 실온에서 진탕기로 3시간 동안 추출한 후 2 ml의 추출액이 트립신을 40~60% 저해 시키도록 희석한 것을 트립신저해제 용액으로 하였다.

역가측정은 Hamerstrand 등<sup>(25)</sup>의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 희석한 추출액 2 ml와 트립신 용액(트립신 12 mg을 0.001 N HCl 100 ml에 녹인 것) 2 ml를 시험관에 넣고 5 ml의 BAPA용액(BAPA 80 mg을 2 ml의 dimethyl sulfoxide에 녹여서 0.02 M CaCl<sub>2</sub>를 함유한 0.05 M Tris buffer, pH 8.2, 200 ml에 녹인 것)을 가하여 37℃에서 10분간 반응시켰다. 1 ml의 30% 초산용액을 가하여 반응을 중지시킨 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 반응을 중지시킨 후에 트립신 용액을 첨가한 것으로 하였다.

### 피트산태 인

콩에 함유된 피트산태 인의 함량은 80~100배수가 되도록 분쇄한 콩분말 시료 일정량에 3% trichloroacetic acid 용액을 가하여 피트산을 추출한 후 Wheeler 등의 방법<sup>(26)</sup>에 따라 정량하였다.

### 리폭시게나아제 역가 측정<sup>(27,28)</sup>

0.1g의 탈지대두에 10 ml의 0.05 M phosphate 완충용액(pH 6.8)을 가하고 실온에서 진탕기로 2시간 동안 추출한 후 4℃, 16,000×g에서 15분 동안 원심분리하여

얻은 상징액을 10배 희석하여 조효소액으로 사용하였다.

기질은 에탄올에 녹인 1%(w/v) 리놀렌산 3.55 ml에 0.125 ml의 Tween 20을 첨가한 후 회전식 감압농축기로 에탄올을 증발시키고 남은 나머지를 50 ml 0.05 M Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>에 녹인 다음 1 N NaOH로 pH를 9.0으로 조정하여 0.05 M phosphate buffer(pH 6.8)로 10배 희석하여 제조하였다.

큐벳에 기질 2.4 ml와 조효소액 0.1 ml를 넣고 234 nm에서 흡광도 변화를 측정하였으며 이 때 온도는 25℃로 하였다. 대조구는 기질 2.4 ml에 증류수 0.1 ml를 첨가한 것으로 하였으며 분당 0.001의 흡광도 증가를 1 unit로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 라피노오스와 스타키오스의 함량

국내에서 재배가 장려되고 있는 19품종의 콩에 함유된 북부콩만 인자인 라피노오스와 스타키오스의 함량을 조사하였던 바 그 결과는 Table 1과 같다. 콩에 함유된 이들 소당류의 함량은 품종간에 차이를 보였는데 라피노오스는 0.74~1.58% 스타키오스는 3.34~5.30% 범위로 스타키오스의 함량이 라피노오스의 함량에 비하여 높은 값을 보였다. 이 소당류의 함량 정도에 따라 품종을 나누어 보면 라피노오스는 백운, 새알, 장백콩이, 스타키오스는 흰, 단엽, 장엽, 은하 백운콩 등이 각각 비교적 높은 함량을 보였다. 한편, 각 품종의 콩에 함유된 스타키오스와 라피노오스의 함량을 계산해 보면 4.65~6.38% 범위로 최고치와 최저치는 37% 이상의 차이를 보였다. 이 두 종류 당의 함량을 품종에 따라 비교하여 보면 흰콩, 백운콩, 장백콩, 은하콩은 높은 값을 보이는 품종에 속하였고 새알, 남천, S-133, S-138 콩은 낮은 함량을 보이는 품종이었다. 국산 장려품종 콩에 함유된 라피노오스와 스타키오스의 평균함량을 미국산 및 일본산 콩<sup>(29)</sup>과 비교하면 라피노오스의 함량은 거의 유사한 수준이었으나 일부 콩의 스타키오스의 함량은 미국산의 3.7%, 일본산의 4.1% 보다는 다소 높은 수준임을 알 수 있었다.

### 트립신저해제

콩에는 여러 종류의 영양저해 인자가 함유되어 있는데<sup>(2)</sup> 이러한 인자 중 트립신저해제는 동물의 장기관에서 트립신의 작용을 방해하여 섭취된 단백질의 소화율 및 이용률을 저하시킴으로써 동물의 성장속도에 영향을 미치는 것으로 보고<sup>(3)</sup>되어 있어 콩가공 제품의 품질 및 열처리공정에 주용한 지표로 삼고 있다.

이에 국내에서 생산 장려되고 있는 19품종의 콩에 함유된 트립신저해제의 역가를 비교하였던 바 Table 2

**Table 1.** Raffinose and stachyose contents of the recommended soybean varieties in Korea

(Unit : %d.b.)

Variety	Raffinose	Stachyose	Raffinose + Stachyose
Bokwang	1.27	4.14	5.41
Paldal	1.01	4.13	5.14
Bangsa	1.18	4.36	5.54
Baekun	1.58	4.08	6.26
Dukyo	1.15	3.97	5.12
Jangbaek	1.35	4.60	5.95
Hwangkeum	1.11	4.44	5.55
Jangyeob	0.88	4.99	5.87
Danyeob	0.74	5.13	5.87
Baekcheon	1.04	4.41	5.45
Kwanggyo	1.12	4.15	5.27
Hill	1.08	5.30	6.38
Yeunha	1.22	4.69	5.91
Dankyung	1.18	4.10	5.28
Saeal	1.53	3.34	4.87
Milyang	1.07	4.10	5.17
Namcheon	1.00	3.74	4.74
S-138	1.17	3.48	4.65
S-133	0.85	3.86	4.71
Mean±SD	1.13±0.20	4.30±0.51	5.43±0.50

**Table 2.** Trypsin inhibitor content of the recommended soybean varieties in Korea

(Unit : mg TI/g dry matter)

High	Medium	Low
Jangbaek (37.0)	Jangyeob (28.9)	S-133 (23.7)
Bangsa (33.5)	S-138 (27.5)	Baekcheon (23.2)
Baekun (30.2)	Paldal (26.2)	Kwanggyo (21.8)
Namcheon (29.8)	Dukyo (25.4)	Dankyung (21.5)
Yeunha (29.8)	Bokwang (25.3)	Saeal (21.5)
Danyeob (29.8)	Hwangkeum (24.6)	Milyang (21.2)
Hill (29.2)		

에서와 같이 품종에 따라 시료 g당 21.2~37.0 mg TI의 상이한 양이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 트립신저해제의 역가에 따라 콩 품종을 분류해 보면 장백, 방사, 백운, 남천, 은하, 단엽, 힐 품종이 29.2~37.0 mg TI/g의 비교적 높은 함량을 보인 반면 주로 장류제조에 사용하는 콩인 S-133, 백천, 광교, 단경, 새알, 밀양 품종이 건물로서 콩 g당 21.2~23.7 mg TI 범위로 비교적 낮은 품종에 속하였다.

국산콩의 트립신저해제 역가에 관한 연구로 강 등<sup>(21)</sup>은 팥, 녹두, 강남콩, 대두에 함유된 트립신저해제의 역가를 비교하였던 바 이들 두류 중 대두가 가장 높은 79.9%(Tu inhibited/mg sample)을 보였다고 보고하였는데 이 값을 본 조사에서 사용한 트립신저해제 역가 단위로 환산<sup>(30)</sup>시

**Table 3.** Phytate phosphorus contents of the recommended soybean varieties in Korea

(Unit : mg/100g dry matter)

High	Medium	Low
S-138 (605)	Namcheon (444)	Dukyo (412)
Hwangkeum (541)	Bangsa (444)	Hill (399)
Baekcheon (533)	Saeal (438)	S-133 (396)
Danyeob (516)	Dankyung (436)	Jangbaek (348)
Paldal (455)	Milyang (424)	Kwanggyo (337)
	Bokwang (420)	
	Yeunha (419)	
	Jangyeob (417)	
	Baekun (417)	

콩 g당 약 42 mg TI 정도이었다. 박 등<sup>(22)</sup>은 5품종의 대두에 함유된 트립신저해제를 겔여과 방법에 의해 분리하여 역가를 조사하였던 바 57.6~89.2 mg/ml 범위였다고 보고한 바 있는데 이 값 역시 본 조사 결과와 비교키 위해 환산하여 보면 시료 g당 30.0~46.9 mg TI 범위로 본 실험에 사용한 콩 품종 중 트립신저해제의 역가가 높은 경우와 비슷하거나 다소 높은 수준이었다. 한편 김 등<sup>(23)</sup>은 콩의 트립신저해제를 유전적 측면에서 검토키 위해 28종의 콩에 함유된 트립신저해제를 분리정제 하였던 바 품종에 따라 5~12종류의 트립신저해제가 분포되어 있음을 보고한 바 있다.

**피트산태 인(Phytate phosphorus)**

곡류 및 두류 등에 함유된 피트산은 2가 및 3가의 금속이온들과 쉽게 결합하여 무기물의 체내흡수를 저해하고 단백질과 작용하여 불용성 화합물을 형성함으로 단백질의 이용률을 저하시킨다고 보고되어 있다<sup>(2)</sup>. 이에 콩에 존재하는 피트산 형태의 인 함량을 품종별로 조사하여 함량정도에 따라 콩 품종을 3부류로 분류하였던 바 그 결과는 Table 3과 같다.

국내에서 재배가 장려되고 있는 19품종에 함유된 피트산 형태의 인함량은 건물 100g당 337~605 mg 범위로 최고치는 최저치에 비하여 1.8배 정도 높은 것으로 나타났다. 이러한 함량범위는 정 등<sup>(7)</sup>이 보고한 13종 대두에 함유된 피트산태 인의 함량범위인 206~562.50 mg%와, 본 실험에서 사용하였던 콩의 품종 중 10종이 169~506 mg% 범위의 피트산태 인을 함유하고 있는 것으로 보고한 권 등<sup>(24)</sup>의 결과와는 수치상으로 다소 차이는 있지만 수준은 거의 유사함을 보였다.

한편, 각 품종 콩을 피트산태 인의 함량에 따라 분류하면 S-138, 황금, 백천, 단엽 및 팥달콩은 피트산태 인의 함량이 비교적 높은 품종이었고 광교를 비롯한 덕유, 힐, S-133 및 장백콩은 그 함량이 낮은 품종에 속하였다.

**Table 4.** Lipoxygenase activity of the recommended soybean varieties in Korea

(Unit : unit/mg dry matter)

High		Medium		Low	
Paldal (403.5)	S-138 (290.0)	Bokwang (244.2)			
Jangback (384.3)	Baekun (286.5)	Milyang (237.6)			
S-133 (336.0)	Jangyeob (271.9)	Dankyung (235.5)			
Namcheon (327.4)	Bangsa (252.2)	Dukyo (229.6)			
Hwangkeum (295.8)	Hill (251.6)	Yeunha (220.0)			
Saeal (295.1)	Danyeob (248.7)	Kwanggyo (163.6)			
Baekcheon (291.4)					

**리폭시게나아제**

콩에 존재하는 리폭시게나아제의 역가는 다른 식물체에 존재하는 리폭시게나아제의 역가에 비하여 월등하게 높으며 콩에 함유된 리폭시게나아제 동질효소인 L-1과 L-2의 고유활성도 비교에 있어 L-1이 L-2보다 역가가 높다는 보고<sup>(31)</sup>가 있다. 한편, 원료콩에 함유된 L-2의 총 역가는 L-1에 비해 높았다는 보고도 있는데 Rackis 등<sup>(32)</sup>은 콩의 성숙 단계에 따른 L-1 및 L-2의 역가 비교에서 성숙기간 및 완전 성숙시 L-2의 총 역가가 L-1에 비해 전반적으로 높은 수준을 보였다고 보고 하였으며, 콩으로부터 리폭시게나아제 동질효소 분리에 관한 연구를 수행한 송<sup>(20)</sup> 역시 이와 유사한 경향이 있음을 발표한 바 있어 본 조사에서는 L-2의 역가만을 조사하였다.

국내에서 생산이 장려되고 있는 19품종의 콩에 존재하는 리폭시게나아제의 역가를 분석 비교한 결과는 Table 4와 같이 163.6~403.5 unit 범위로 품종간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 리폭시게나아제 역가에 따라 각 품종의 콩을 3부류로 나누어 보면 팔달, 장백, S-133, 남천, 황금, 새알, 백천 품종이 비교적 높은 역가를 보였으며 보광, 밀양, 단경, 덕유, 은하, 광교 품종의 리폭시게나아제의 역가는 163.6~244.2 unit로 비교적 낮은 리폭시게나아제의 역가를 나타내었다.

Hammond 등<sup>(18)</sup>은 환경조건 및 유전인자와 콩의 구성 성분과의 관계를 조사한 연구에서 불포화 지방산의 함량은 환경요인과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났으나 리폭시게나아제의 역가는 주로 유전적 인자에 의해 변화되는 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 유전인자를 적절히 조절함으로써 리폭시게나아제의 역가가 낮은 콩의 육종이 가능함을 나타내는 것으로 Hildebrand 등<sup>(19)</sup>은 L-1 효소가 결여된 콩 품종의 육종에 관한 연구를 시도한 바도 있다.

**요 약**

장려품종 콩 19종에 함유된 몇 가지 영양저해 인자의

함량과 리폭시게나아제의 역가를 조사하였다. 북부팽만 인자인 라피노오스와 스타키오스의 함량은 각각 0.74~1.58%와 3.34~5.30% 범위이었으며 흰, 백운, 장백 등의 품종에서 이 두 종류 당의 함량이 높았다. 콩에 함유된 트립신 저해제는 21.2~37.0mg T I/g, 피트산 형태로 존재하는 인은 건물 100g당 337~605 mg 정도로 품종에 따라 큰 차이를 보였다. 한편, 콩에 함유된 리폭시게나아제의 역가는 163.6~403.5 unit로 팔달, 장백, S-133 등의 품종이 높은 값을 나타내었다.

**감사의 말**

본 연구는 농촌진흥청 산학협동용역 연구비의 일부 지원을 받아 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

**문 헌**

1. Liener, I.E. : Factors affecting the nutritional quality of soy products. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 406(1981)
2. Liener, I.E. : *Toxic Constituents of Plant Food stuffs.* Academic Press, New York(1980)
3. Rackis, J.J. : Significance of soya trypsin inhibitors in nutrition. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 495(1981)
4. Jaffe, G. : Phytic acid in soybeans. *J. Am. Oil. Soc.*, 58, 493(1981)
5. Rackis, J.J. : Flatulence caused by soya and it's control through peocessing. *J. Am. Oil. Soc.*, 58, 503(1981)
6. 손혜숙, 박정용, 이성우 : 대두발아에 따른 trypsin inhibition activity와 protein의 변화. *한국농화학회지*, 20, 182(1977)
7. 정구영, 윤인숙 : 침지 열처리 발아에 따른 두류 중의 피트산 함량 변화에 관한 연구. *서울여대 논문집*, 13, 453(1984)
8. 안 빈, 양차범 : 처리 방법에 따른 종자 중 phytic acid의 함량변화. *한국식품과학회지*, 17, 156(1985)
9. 김우정, 김나미, 성현순 : 발아에 의한 콩우유이 phytic acid와 가용성 무기물의 함량 변화. *한국식품과학회지*, 16, 358 (1984)
10. 김우정, 윤석권, 이춘녕 : 대두발아에 의한 콩우유의 과당과 관능적 품질의 변화. *한국식품과학회지*, 18, 382 (1986)
11. 배지현, 이서래 : 두류 및 대두제품 중 가스발생 인자의 함량성분. *한국식품과학회지*, 19, 387(1987)
12. Wolf, W.J. : Lipoxygenase and flavor of soybean protein products. *J. Agric. Food Chem.*, 23, 136(1975)
13. Rackis, J.J., Sessa, D.J. and Hornig, D.H. : Flavor problems of vegetable food proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56, 262(1979)

14. Badenhop, A.F. and Hackler, L.R. : Effects of soaking soybeans in sodium hydroxide solution as pretreatment for soy milk production. *Cereal Science Today*, 15, 85(1970)
15. Wilkens, W.F., Mattick, L.R. and Haud, D.B. : Effect of processing method on oxidative off-flavor of soy-milk. *Food Technol.*, 21, 1630(1967)
16. Borwn, B.D., Wei, L.S., Steinberg, M.P. and Villota, R. : Minimizing protein insolublization during thermal inactivation of lipoxygenase in soybean cotyledons. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 59, 88(1982)
17. Snyder, H.E. and Kwon, T.W. : *Soybean utilization*. AVI Publishing Co., New York, p.150(1987)
18. Hammond, E.G. Fehr, W.R. and Snyder, H.E. : Improving soybean quality by plant breedings. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 49, 33(1972)
19. Hildebrand, D.F. and Hymowitz, T. : Two soybean genotypes lacking lipoxigenase-1. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 58, 583(1981)
20. Song, Y.S. : Isolation of lipoxygenase isoenzymes from soybean seed. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 17, 185 (1988)
21. 강명희, 김용화, 이서래 : 한국산 두류의 trypsin의 저해 활성 및 백혈구 응집활성. *한국식품과학회지*, 12, 24 (1980)
22. 박정용, 최애령 : 대두 품종별 trypsin inhibitor의 fractionation과 내열성에 관한 연구. *한국영양식량학회지*, 7, 7(1978)
23. 김영갑, 김명찬, 장권열, 김종규 : 대두 트립산 인히비터에 관하여. *한국식품과학회지*, 14, 106(1982)
24. 권순형, 안 빈, 양차범 : 대두 품종에 따른 total p와 phytic acid에 관한 연구. *상주농업전문대학교 논문집*, 28, 67(1986)
25. Hamerstrand, G.E., Black, L.T. and Glover, J.D. : Trypsin inhibitors in soy products : Modification of the standard analytical procedure. *Cereal Chem.*, 58, 42 (1981)
26. Wheeler, E.L. and Ferrel, R.E. : A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chem.*, 48, 312(1971)
27. Grossman, S. and Zakut, R. : Determination of the activity of lipoxygenase(lipoxidase). In *Method of Biochemical Analysis*, John Wiley and Sons, New York, vol. 25, p.303(1979)
28. Lawhon, J.T., Manak, L.J., Rhee, K.C., Rhee, K.S. and Lusas, E.W. : Combining aqueous extraction and membrane isolation techniques to recover protein and oil from soybean. *J. Food Sci.*, 46, 912(1981)
29. Kawamura, S. and Tada, M. : Isolation and determination of sugars from the cotyledon, hull and hypocotyl of soybeans by carbon column chromatography. *Kagawa Univ. Fac. Tech. Bull.*, 15, 134(1957)
30. Kakade, M.S., Limons, N. and Siener, I.E. : An evaluation of natural VS synthetic substances for measuring the antitryptic activity on soybean samples. *Cereal Chem.*, 46, 518(1969)
31. Axelrod, B., Cheesbrough, T.M. and Laakso, S. : Lipoxygenase from soybeans. In *Methods in Enzymology*, Academic Press, New York, Vol. 71, 441(1981)
32. Rackis, J.J., Honig, D.H., Sessa, D.J. and Meser, H.A. : Lipoxygenase and peroxidase activities of soybeans as related to the flavor profiles during maturation. *Cereal Chem.*, 49, 586(1972)

---

(1990년 3월 26일 접수)