

콩의 열처리 중 효소, 트립신 저해제, 탄닌, 피트산의 함량 변화

김영미 · 김용욱*

동국대학교 자연과학연구원, *동국대학교 식물자원학과

Changes of Enzyme Activity, Trypsin Inhibitor, Tannin and Phytic Acid during Heat Treatment of Soybean

Young-Mi Kim and Yong-Wook Kim*

Research Institute for Natural Science, Dongguk University

*Department of Plant Resources, Dongguk University

Abstract

This study was performed to investigate the change of lipoxygenases and urease activities, trypsin inhibitor, tannin and phytic acid contents during heat treatment of *Jinpum* soybean. The lipoxygenase-1 and urease possessed their activities after heating at 60°C for 100 min, but their activities disappeared rapidly at 80°C and 100°C for 20 and 10 min. There were no lipoxygenase-2 and -3 activities in *Jinpum* soybean with and without heating. Trypsin inhibitor was lost 91.9%, 78.1% and 58.6% of the activity after heat treatment at 100°C for 50 min, at 80°C for 100 min and at 60°C for 100 min, respectively. The tannin content was increased by heat treatment. The content of and phytic acid was increase after heating at 60°C for 100 min, unchanged at 80°C for 100 min and decreased at 100°C for 100 min.

Key words: soybean, enzyme, inhibitor, tannin, phytic acid

서 론

콩은 예로부터 직접 또는 가공식품으로 두부, 장류, 콩나물 등 다양하게 이용되어 왔는데, 우리나라 국민에 있어서 콩은 각종 영양성분을 제공하는 1차 기능과 장류 등을 제조하여 얻게 되는 맛과 풍미 등의 2차 기능 외에도 고혈압 방지 효과, 항 돌연변이성, 항암성, 혈전 용해능등 식품의 3차 기능인 각종 생리 활성이 있는 것으로 보고 되고 있다. 이에 따라서 1990년대에 들어서면서 콩에 대한 관심사는 용도의 다양화와 품질의 고급화로 전환되기 시작하여, 용도에 따른 가공 적성과 품질 고급화의 중요성이 크게 강조되었다⁽¹⁾. 콩의 용도별 품질 개량이 육종 목표⁽²⁾로 등장하였고, 또한 콩 가공 중의 품질 관련 성분의 변화에 대한 결과가 보고되어^(3,4), 콩 품질 개량을 위한 기초 자료로 이용되고 있다.

콩 품질 개량을 위해 중요시 되고 있는 미량 영양인자를 크게 대별해 보면 트립신 저해제, 적혈구 응집소, 항 갑상선 물질, 항 비타민 물질 및 피트산 등의 열에

민감한 인자와 사포닌 및 알레르기 항원 등과 같이 열에 안정된 것으로 나눌 수 있다.

콩에 함유된 이런 성분들을 불활성화 시키거나 함량을 감소시키기 위해서 열처리를 하는데, 열에 약하면서도 생물학적으로 활성 있는 성분들은 활성을 잃게 되어 영양가가 증가하게 되는데, 열처리 중에 이러한 성분들의 함량을 조사하면 적절한 열처리 측정의 지표가 될 수 있을 것이라고 하였다^(5,6). 트립신 저해제는 생 콩을 먹는 동물의 체장이상등을 일으키며 성장을 30~50% 감소시키고⁽⁷⁾, urease는 인간에게 생리적인 장애는 없는 것으로 추정되나 생콩가루를 먹은 동물에게는 독성을 나타내는 것으로 나타났다⁽⁸⁾. 콩제품의 비린내도 두유 가공 시 품질 저하시키는 요인으로 취급되는데 주로 lipoxygenase에 의한 것이라고 보고되었다^(9,10). 이 효소는 콩이 마쇄 될 때 불포화지방산을 분해시켜 콩 비린내의 원인이 되는 알콜, 알데히드 및 케톤 화합물을 생성시킨다고 보고하였다. 열처리 도중 콩에 함유된 lipoxygenase, urease 순서로 활성을 잃게 된다고 하면서 보통 urease의 활성이 없어지면 적정 열처리가 된 것으로 추정한다⁽⁶⁾. 식품의 맛중 짙은 맛을 가져오는 식품성분인 탄닌류는 차에 있어서 콩

Corresponding author: Young-Mi Kim, Research Institute for Natural Science, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

미의 중요한 성분으로 생각되고 있다⁽¹¹⁾. 이러한 탄닌이 유지에 항산화성이 있는 것으로 보고되었고, 이외에 항암작용, 항히스타민작용 등에 효과가 있어 신의 약품으로 주목받고 있는데⁽¹²⁾ 국산 콩에 존재 하는 탄닌의 열처리 중 함량 변화는 보고된 것이 거의 없다. 피트산(phytic acid, myo-inositol hexaphosphoric acid 또는 myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hesadihydrogen phosphate)은 종자의 발아 등 생리 작용에 필요한 인의 저장 수단으로 곡류, 두류중에는 Ca 또는 Mg의 염인 피틴(phytin) 형태로 존재한다. 이러한 피트산이 Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Mn 등의 2가 혹은 3가의 금속이온과 불용성 복합체를 형성 함으로서 이들 무기질의 이용을 저해하는 동시에 수용액 중에서는 단백질과 결합하여 불용성의 화합물을 형성 함으로서 단백질의 이용율을 감소시킨다고 보고되어 왔다⁽¹³⁾. 최근에는 피트산이 중금속과의 강한 결합력으로 중금속의 체외 배출을 쉽게 할 수 있고, 정확한 기작은 알려져 있지 않지만 항암물질의 가능성도 거론되며, 금속 제거제로서 항산화제의 효과를 상승시키는 작용도 갖고 있다고 한다.

이와 같은 콩에 함유된 영양 및 기호성과 관련되는 성분들의 가공 중의 함량 변화에 관한 연구가 뒷받침되어야 이들 성분들의 함량이 고려된 유전적으로 우수한 품종을 재배 하는데 도움이 될 것이며, 용도별 특성에 따라 품질의 표준화가 설정되고 소비자의 선호도에 적합하면서도 가공 목적에 맞는 고품질의 콩 생산공급이 가능하고, 또한 국산 두류의 소비량 증대와 재배면적이 확대되어 농가의 소득향상에 도움을 줄 것이다. 따라서 국내산 콩을 시료로 하여, 콩을 식용할 때의 일반적인 가공 방법인 열처리 중의 이들 미량 성분의 변화를 조사한다면 영양학적으로 중요하면서 소비자 선택성 등에 영향을 주는 성분들의 함량 변화를 손쉽게 알 수 있고, 또한 새로운 품종 육성에 도움을 줄 것이다.

이에 본 연구에서는 우리나라에서 생산하는 콩을 선택하여, 단백질이 변성 될 수 있는 온도인 60°C, 일반적으로 콩 등을 삶는 조건인 100°C, 중간온도인 80°C로 가열 하는 중에 lipoxigenase, urease, 트립신 저해제의 활성이 없어지는 조건을 알아보고, 이와 함께 탄닌, 피트산의 함량 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

시료의 구입

본 실험에 사용한 재료는 동국대 일산 농장에서 1996년에 수확한 진품콩 품종이다. 외관상 이상이 없

는 것을 정선하여 4±1°C로 저장하면서 실험에 사용하였다.

일반성분의 분석

시료의 일반성분 분석은 수분은 상압 가열 건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 직접회화법으로 각각 측정하였고, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분을 뺀 값으로 결정하였다.

열처리

시료를 분쇄기로 곱게 10 분 정도 분쇄 후 100 mesh 체로 거른 다음, 10 배의 증류수를 가하여 60°C, 80°C, 100°C로 100분간 열처리한 후 동결 건조를 하여 4±1°C에서 저장하면서 실험에 사용하였다.

Lipoxygenase-1의 활성조사

Lipoxygenase-1의 활성 조사는 조 등⁽⁹⁾의 방법에 따라 시료를 0.1 M potassium borate (pH 7.0)완충액을 넣어 10% 용액을 만든 후 2시간 동안 진탕하여 원심 분리 시켰다. 상등액 0.1 mL에 0.15% Tween 20과 2 mM linoleic acid (Sigma Chemical Co.)가 포함된 0.1 M potassium borate (pH 9.0) 완충액을 1 mL 첨가 하였다. 15분 경과 후 포화 KI용액이 5% 포함된 15% acetic acid 용액과 1% 진분용액을 각각 0.1 mL씩 넣고 약 4 시간 후 사진 촬영 하였다.

Lipoxygenase-2의 활성 조사

Lipoxygenase-2의 활성조사는 김 등⁽¹⁰⁾의 방법에 따라 0.1 M potassium borate (pH 7.0) 완충액을 넣어 10% 시료용액을 만든 후 2 시간 동안 진탕하여 원심 분리(5000 rpm, 5분) 하였다. 상등액 0.1 mL를 여과지에 흡수 시킨후 10% 대두유와 1.25% gum arabic이 포함된 용액 0.5 mL를 뿌려준다. 15분이 경과된 후 3% ferrous sulfate와 ammonium thiocyanate가 포함된 용액 0.1 mL를 뿌려준다. 30분 후 여지 위에 나타나는 색을 확인 하였다.

Lipoxygenase-3의 활성 조사

Lipoxygenase-3의 활성조사는 김 등⁽¹⁰⁾의 방법에 따라 0.1 M potassium borate (pH 7.0)완충액을 넣어 10% 시료용액을 만든 후 2시간 동안 진탕하여 원심분리 (5000 rpm, 5분) 하였다. 상등액 0.1 mL를 여과지에 흡수 시킨 후 20% 대두유와 2.5% gum arabic이 포함된 용액 0.5 mL를 뿌려주고 polyethylene film으로 덮는

다. 20분이 경과된 후 4% ferrous sulfate와 ammonium thiocyanate가 포함된 용액 0.1 mL를 뿌려준다. 30분 후 여지 위에 나타나는 색을 확인 하였다.

Urease 활성조사

Urease 활성조사는 AOCS (1990)⁽⁴⁾방법에 따라 실시 하여, 시료액과 대조구의 pH 차이를 조사 하였다.

트립신 저해제 활성측정

트립신 저해제의 활성측정은 Kim⁽¹⁵⁾의 방법을 변형 하여 실험하였다. 시료 1 g에 0.01 N NaOH 50 mL을 넣고 3 시간 동안 진탕 후, 20배 희석한 상등액 2 mL와 2% (w/v) trypsin (porcine pancreas trypsin, Sigma Chemical Co.) 용액 1 mL를 넣고 5 mL의 BAPANA 용액 40% N-Benzoyl-DL-arginine-nitroanilide-HCl (Sigma Chemical Co.)을 20 mM CaCl₂, 50 mM Tris (pH 8.2)에 녹인 것)을 가하여 37°C서 10분간 반응 시킨 후, 1 mL 30% 초산 용액을 가하고, 비색계로 410 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다.

탄닌의 함량

Burn의 vanillin법⁽¹⁶⁾으로 조사하였는데, 비색계로 490 nm의 파장에서 흡광도를 측정한 후 catechin으로 표준곡선을 작성하여 탄닌의 함량을 계산하였다.

피트산 함량

피트산 함량은 Wheeler의 방법⁽¹⁷⁾을 변형하여 측정 하였는데, 시료 0.5 g에 3% trichloroacetic acid (TCA) 용액 25 mL를 가하고 45분간 진탕한다. 원심분리(5000 rpm, 10 min)한 후 상등액 10 mL를 취해 FeCl₃ (0.2% FeCl₃를 3% TCA에 용해 시킨 것) 용액 4 mL를 가하고 30분간 가열하였다. Sodium sulfate (3% sodium sulfate를 3% TCA에 용해시킨 것)를 1~2방울 넣고 15분간 가열후 원심분리한다. 침전물에 20 mL의 3% TCA 용액을 가한 후 5~10분간 가열후 원심분리 한다. 침전 물에 2~3 mL 증류수와 1.5 N NaOH 3 mL를 가하고, 약 30 mL 증류수를 넣고 30분간 가열한 다음 여과지에 거른다. 뜨거운 3.2 N HNO₃ 용액 40 mL로 씻어 총 100

mL로 만든다. 이 시료액 1 mL에 1.5 N KSCN 용액 4 mL, 증류수 15 mL를 가한 후, 비색계로 480 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여, ferric nitrate로 표준 곡선을 작성한 후 함량을 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분 분석

진품콩의 일반 성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 진품콩의 수분 함량은 5.3%, 조지방은 15.9%, 탄수화물은 23.7%, 회분은 5.0%로 비슷한 시기에 수확한 콩 품종인 광교나 부광과 비슷하였다. 진품콩의 조단백 함량은 50.2%로 다른 두 품종에 비하여 약간 많게 나타났는데, 이것은 우리나라 49품종 콩⁽¹⁸⁾의 조단백질 평균이 39.8%, 조지방이 19.2%인 것과 비교하여도 진품콩의 성분중 단백질 함량이 높아 콩단백질을 이용하는 가공 식품의 원료로 적당하다.

Lipoxygenase-1활성도 조사

비린내를 유발하는 주원인인 lipoxygenase-1의 가열 중의 활성을 조사한 것이 Fig. 1이다. 진품의 lipoxygenase-1은 60°C로 가열할 경우 100분까지 활성이 있어 보라색으로 발색이 되었다. 80°C, 100°C에서 10분과 5분 가열 후에는 활성이 있었으나, 20분과 10분 이상 되면 활성이 없어서 보라색으로 발색이 되지 않았다. 이것은 가열 초기에는 효소의 활성이 남아 있으나, 계속 가열함에 따라 효소가 변성되어 효소 활성이 없어지는 것으로 추측된다. 이 결과로 미루어 진품콩의 단백질을 이용한 가공품인 두부나 두유 제조 시에 가열처리 20분 안에 나타나는 콩비린내의 원인중의 하나가 lipoxygenase-1일 것으로 추측된다.

Lipoxygenase-2와 3의 활성도 조사

진품콩을 앞의 실험 방법으로 실시하였으나, 콩비린내와 관련된 lipoxygenase-2와 3을 걸쭉시킨 품종이었기 때문에 가열유무에 관계없이 이들 효소의 활성은 전혀 나타나지 않았다. 따라서 진품 콩으로 가공품을 만들 경우 이들 두 효소에 의한 콩 비린내는 없을

Table 1. Proximate composition of 3 soybeans (%)

	Moisture	Crude fat	Crude protein	Carbohydrate	Ash
Jinpum	5.3±0.4 ¹⁾	15.9±0.5	50.2±1.2	23.7±1.6	5.0±0.2
Bukwang	5.2±0.1	17.1±0.9	48.5±1.9	24.3±2.1	5.0±0.0
Kwangkyo	5.23±0.1	14.8±1.5	42.7±2.0	32.1±2.1	5.1±0.1

¹⁾standard deviation.

Fig. 1. Effect of heat treatment on lipoxygenase-1 activity in Jinpum soybean. Heat treatments were as follows: No. 1, control. No. 2-6, 60°C for 20, 40, 60, 80 and 100 min, respectively. No. 7-13, at 80°C for 10, 20, 30, 40, 60, 80 and 100 min, respectively. No. 14-20, at 100°C for 5, 10, 20, 30, 40 and 50 min, respectively.

것이다. 한편 Savage 등⁽⁶⁾의 보고에 의하면 William 품종의 콩은 100°C에서 5 분 이내에 lipoxygenase가 불활성화 된다고 하여 진품콩의 lipoxygenase-1의 불활성화에 걸리는 시간보다 짧았는데, 이것은 두 품종 간에 효소 함량, 종류의 차이 때문일 것으로 짐작된다.

Urease 활성도 조사

Fig. 2는 가열 중에 진품에 들어 있는 urease 활성도를 조사한 것이다. 가열하지 않은 진품콩의 urease 활성 실험에서 2.5의 pH 차이를 나타내어 Savage 등⁽⁶⁾의 2.13보다 약간 크게 나타났다. 60°C로 100분을 가열하여도 효소는 활성을 보유하여 초기와 비슷한 활성을 갖고 있었고, 80°C에서는 20분 만에, 100°C의 가열 조건에서는 10분만에 완전히 불활성화 되었다. 이 실험

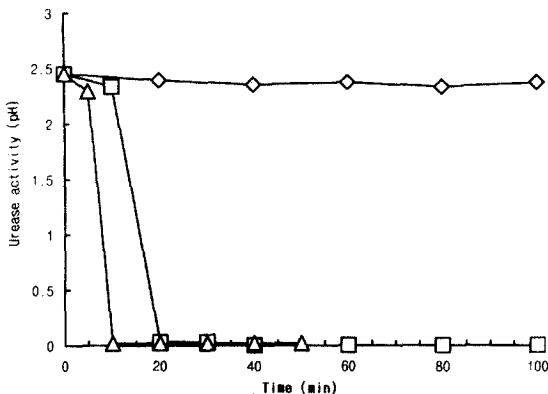


Fig 2. Effect of heat treatment on urease activity in Jinpum soybean. ◇—◇, □—□ and △—△ represent 60°C, 80°C and 100°C, respectively.

에서 urease와 lipoxygenase-1의 활성이 없어지는 조건이 같은데, Savage 등⁽⁶⁾의 보고에서도 urease가 활성이 없게 되는 열처리 정도에서는 lipoxygenase도 활성이 없다고 하였다.

트립신 저해제 함량

Fig. 3는 열처리한 콩에 남아있는 트립신 저해제의 비율을 나타낸 것으로, 트립신 저해제를 일정량의 트립신과 결합시킨 후, 남아있는 트립신을 조사하여 저해제의 양을 계산하였다. 가열하기 전에(0 min) 콩에 있는 트립신 저해제는 거의 전량의 트립신과 결합하였으나, 가열이 진행 됨에 따라 세가지 온도 조건에서 트립신 저해제가 파괴되는 속도는 다르게 나타났다. 60°C에서는 가열이 계속되어도 느리게 진행되어서 100분간 가열한 후에는 41.4%의 트립신 저해제가 남아 있었으나, 80°C와 100°C의 경우는 가열 초기에 급격히 활성을 잃게 되었고, 20~30분 후부터는 속도가 느려지면서 80°C에서 100분간 가열한 후에는 21.9%, 100°C에서 50분간 가열한 후에는 7.1%가 남았다. urease는 80°C에서 20분, 100°C에서는 10분만에 활성이 없었으나, 트립신 저해제는 80°C와 100°C로 20분 가열한 후에도 42.8%, 25.5%가 남아 있어 트립신 저해제의 활성을 없애는 것이 urease의 활성제거보다 어렵게 나타나 Savage 등⁽⁶⁾의 보고와 일치하는 것으로 나타났다. 따라서 콩의 열처리 시 urease활성뿐만 아니라 트립신 저해제의 잔존량도 참고로 하여 콩의 적정 열처리 정도를 결정 해야 하며, 앞의 두 효소보다 열에 대한 안정성이 높은 트립신 저해제의 함량이 낮은 콩 품종을 선정한다면 열처리 시간을 줄일 수 있을

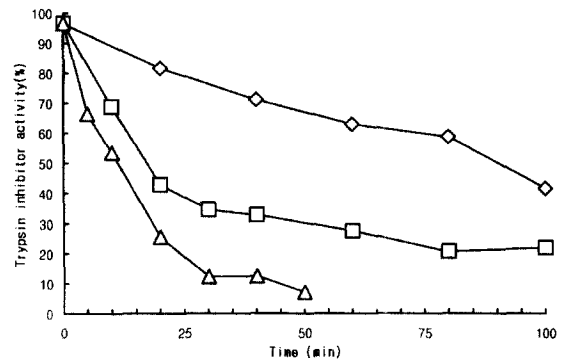


Fig. 3. Effect of heat treatment on activity of trypsin inhibitor in Jinpum soybean. Trypsin inhibitor activity was assayed after 2 mL of Jinpum soybean's supernatant (1 mg/mL) were mixed with trypsin (20 µg). ◇—◇, □—□ and △—△ represent 60°C, 80°C and 100°C, respectively.

것이다. 60°C와 80°C, 100°C의 세가지 열처리 조건에서 트립신 저해제는 초기 함량보다 훨씬 줄어들기는 하였으나, 미량 남아 있게 되며, 이렇게 지속적으로 섭취된 트립신 저해력을 갖고 있는 Kunitz inhibitor와 Bowman-Birk inhibitor⁽²⁵⁾중에서, 항암성이 보고된 chymotrypsin 저해력을 함께 갖고 있는 Bowman-Birk inhibitor도 남아 있게 될 것이며, 미량씩 계속적으로 섭취된 Bowman-Birk inhibitor는 콩의 섭취량이 많을수록 암 발생률이 낮은 것⁽¹⁹⁾과 연관이 있을 것으로 추측된다.

탄닌 함량

Fig. 4는 열처리한 진품 콩에 있는 catechin 양으로 환산한 탄닌량을 측정된 것이다. 열처리 전의 콩에 있는 탄닌 함량은 0.93 g이 100 g 시료에 포함되어 있었는데, 이 수치는 Bressani 등⁽²⁰⁾이 조사한 콩 들의 탄닌 함량(0.32~1.12%)과 비슷하다. 60°C와 80°C 100분, 100°C로 50분 가열 후 1.70, 1.40, 1.38 g이 100 g 시료에 포함되어 있는 것으로 나타났다. 독특한 짙은 맛으로 대표되는 탄닌이 열처리 중 증가되는 것을 보여 준다. 이것은 탄닌이 과일 성숙과 함께 양이 감소되기도 하고, 커피콩의 경우 가공 처리 후에 함량이 15% 정도⁽¹¹⁾ 늘어나는 것처럼, 콩의 성분 중 아미노산과 당이 결합하여 갈색화 반응이 일어나서 탄닌과 구조가 비슷한 폴리 페놀 화합물이 형성되어 함량이 불규칙하게 나타나는 것으로 짐작된다. 탄닌은 콩에 약 1% 정도 포함⁽²⁰⁾되어 있는데 항산화성⁽²⁴⁾이 있어 품종 개량 시 맛에 영향을 주지 않는 범위에서는 함량이 많은 것이 좋으며, 또한 콩가공품을 만들기 위해 가열 하여도 초기 함량이 유지 될 수 있을 것이다.

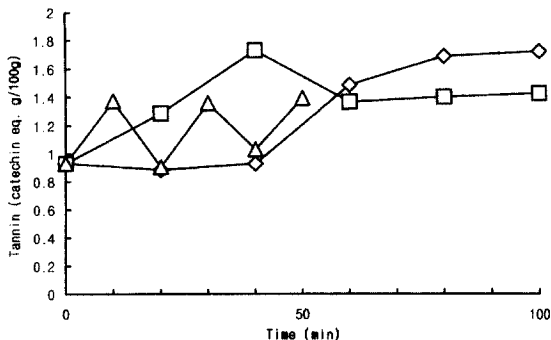


Fig. 4. Effect of heat treatment on tannin content in Jinpum soybean. ◇—◇, □—□ and △—△ represent 60°C, 80°C and 100°C, respectively.

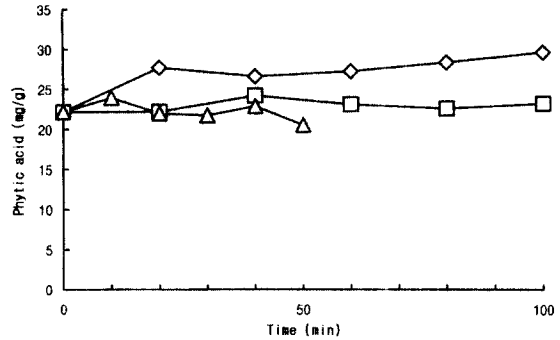


Fig. 5. Effect of heat treatment on phytic acid content in Jinpum soybean. ◇—◇, □—□ and △—△ represent 60°C, 80°C and 100°C, respectively.

피트산 함량

Fig. 5는 열처리한 진품 콩에 있는 피트산 함량을 측정된 것이다. 진품콩의 피트산 양은 22.2 mg/g으로 김 등⁽²¹⁾과 조와 이⁽¹³⁾가 조사한 양인 2.67%와 19.11 mg/g과 비슷하게 나타났다. 진품을 60°C로 열처리 할 때 피트산은 약 29.0 mg/g으로 되었고, 80°C에서는 22.7 mg/g, 100°C에서는 20.3 mg/g이 되었다. 따라서 콩을 분쇄한 후 침지 하지 않고 가열하여 콩물과 함께 측정할 경우, 100°C에서 감소량이 60°C나 80°C 보다 크기는 하나 함량 변화가 적음을 알 수 있다. 김 등⁽²²⁾은 실온에서 3시간 침지 후 50~70°C에서 6시간 30분 가열하면 10~25% 감소 하였다고 하며, 안 등⁽²³⁾은 60°C로 300분 가열 후 26.2% 감소하였는데, 24시간 실온에서 침지 중 대두에서 13%정도 감소 되었다. 한편 김 등⁽²¹⁾은 침지나 두유로 만든 후 phytate함량 변화가 거의 없다고 하였으며, 조와 이⁽¹³⁾는 피트산의 함량이 microwave oven으로 가열하였을 때 콩 품종에 따라 16.59~21.53% 감소되었다고 보고하였다. 따라서 피틴은 열처리를 하여도 효소나 트립신 저해제와 다르게 안정되게 많은 양이 남아 2, 3가의 금속이온과 결합할 것이다.

요 약

진품콩에 함유된 lipoxygenase, urease, trypsin inhibitor, 탄닌, 피트산을 60, 80, 100°C로 열처리 하는 중의 함량변화를 조사하였다. lipoxygenase-1은 60°C로 가열할 경우 100 분까지 활성이 있었으나, 80°C, 100°C에서는 20분과 10분 후에 활성이 없어졌다. lipoxygenase-2와 lipoxygenase-3의 활성은 없었다. urease활성은 60°C로 100분을 가열하여도 초기와 비슷하였으나, 80°C에서는 20분, 100°C에서는 10분만에 완전히 불활성화

되었다. 트립신 저해제는 60°C에서는 비교적 서서히 파괴되어 100분 후에는 58.6%가 활성이 없어졌으며, 80°C와 100°C의 경우는 가열 초기에 급격히 파괴되지만, 20~30분 후부터는 파괴 속도가 느려지면서 80°C에서 100분간 가열한 후에는 78.1%, 100°C에서 50분간 가열한 후에는 91.9%가 활성이 없어졌다. 열처리한 진품 콩에 있는 탄닌 함량은 열처리 중 다소 증가되었다. 피트산 양은 60°C로 열처리 할 때 증가되었고, 80°C에서는 거의 변화가 없었고, 100°C로 50분 가열하였을 때는 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단 학술 연구비의 지원을 받아 수행한 연구사업 결과의 일부이며 이에 감사 드립니다.

문헌

1. 이홍석 : 콩. 서울대학교 출판부, p. 123-124 (1994)
2. Lee, H.S., Park, E.H. and Ku, J.H.: Studies on search for varieties of higher sulfur containing protein with lower lipoxygenase activity and their inheritance and selection efficiency for breeding of good quality soybean cultivar. 2. variation of lipoxygenase activity and its inheritance with selection efficiency (in Korean). *Korean J. Crop Sci.*, **39**(2), 180-186 (1994)
3. Kim, S.D., Hong, E.H. and Kim, Y.H. : Present status of soybean production and perspectives of varietal improvement in Korea. In *International Symposium on Soybean: Production, Processing and Nutrition*, Korean Soybean Society (1994)
4. Kim, Y.H., Kim, S.D., Hong, E.I. and Kim, S.H.: Processing characteristics of soybean genotypes lacking lipoxygenase (in Korean). *Korean J. Crop Sci.*, **39**(2), 171-174 (1994)
5. Barampama, Z. and Simare, R.E.: Oligosaccharides, anti nutritional factors, and protein digestibility of dry beans as affected by processing. *J. Food Sci.*, **59**(4), 833-837 (1994)
6. Savage, W.D. and Wei, J.W., Sutherland, J.W. and Schmade, S.J.: Biologically active components in activation and protein insolubilization during heat processing of soybeans. *J. Food Sci.*, **60**(1), 164-166 (1995)
7. Birk, Y.: The Bowman-Birk inhibitor, *Int. J. Peptide Protein Res.*, **25**, 113-131 (1985)
8. Chen, P., Rose, J., Love, R., Wei, C.H. and Wang, B.C.: Reactive sites of an anticarcinogenic Bowman-Birk proteinase inhibitor are similar to other trypsin inhibitor. *J. Biol. Chemistry*, **267**(3), 1990-1994 (1992)
9. Cho, J.H., Kim, Y.M., Yoon, H.T., Kim, Y.W. and Kim, M.A.: Studies on various test conditions and application of test method for lipoxygenase-1 in soybean (in Korean). *Korean J. Crop Sci.*, **42**(6), 739-747 (1997)
10. Kim, Y.W.: *Studies on New Test Method of Lipoxygenase Isozymes for Varietal Improvement of Soybeans I I* (in Korean), RDA in Korea (1996)
11. Kim, D.H.: *Food Chemistry*, Tamgudang, p.106, p.237 (1994)
12. Lee, M.H., Jeong, J.H. and Oh, M.J.: Antioxidative activity of gallic acid in acorn extract (in Korean). *Korean Soc. Food Nutr.*, **1**(6), 693-700 (1992)
13. Cho, Y.H. and Rhee, C.O.: Effect of microwave heating on the content of phytic acid and phosphorus in soybeans (in Korean). *Agric. Chem. Biotech.*, **39**(1), 32-38 (1996)
14. A.O.C.S.: *Official and Tentative Methods*. 4th ed. with revisions. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL., Ba 9-58 (1990)
15. Kim, Y.M.: Purification, folding and kinetic analysis of individual disulfide bridge-changed variants of the Bowman-Birk inhibitor expressed in *Escherichia coli*, *Dissertation (Dr.oec.Troph.)*, Dept. Of Nutritional Science and Home Economics. Justus-Liebig-University Giessen, Germany (1994)
16. Burn, R.E.: Method for estimation of tannin in grain sorghum, *Agron. J.*, **63**, 511-512 (1971)
17. Wheeler, E.L. and Ferrel, R.E.: A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions, *Cereal Chem.*, **48**, 312-320 (1971)
18. 김재역 : 농산가공학. 향문사, p.72 (1994)
19. Meeting report : Workshop report from the division of cancer etiology, National Institutes of Health, *Protease Cancer Res.*, **49**, 499-502 (1989)
20. Bressani, R., Elias, L.G., Wolzak, A., Hagerman, A.E. and Butler, L.G.: Tannin in common beans : methods of analysis and effects on protein quality. *J. Food Sci.*, **48**, 1000-1001, 1003, (1983)
21. Kim, H.S., Yoon, J.Y. and Lee, S.R.: Effect of cooking and processing on the phytate content and protein digestibility of soybean (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **26**, 603-608 (1994)
22. Kim, S.K., Yoo, Y.J. and Jang, H.K.: Changes of phytic acid and minerals by heat treatment in korean soybeans (in Korean). *J. Korean Home Economics Association*, **27**(2), 75-83 (1989)
23. Ahn, B. and Yang, C.B.: Effects of soaking, germination, incubation and autoclaving on phytic acid in seeds (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 516-521 (1985)
24. Lim, D.K., Choi, U. and Shin, D.H.: Antioxidative activity of ethanol extract from korean medicinal plants (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 83-89 (1996)
25. Laskowski, M. Jr. and Kato, I.: Protein inhibitors of protease. *Ann. Rev. Biochem.* **49**, 593-626 (1980)