

대두의 phytate 함량에 미치는 microwave heating의 영향

조영훈 · 이종욱*

전남대학교 식품공학과

초록 : 대두에 함유된 영양저해인자의 하나인 phytic acid를 감소시키기 위해 일정시간 침지시킨 대두를 microwave로 가열처리하여 phytic acid 및 phosphorus의 함량 변화를 관찰하였다. 단원콩, 만리콩 및 Amsoy의 phytic acid 함량은 각각 탈지대두 1g중에 19.19 mg, 18.38 mg 및 16.73 mg 함유되어 있었다. 가열시간이 길어짐에 따라 콩에 함유된 phytic acid 및 phytate phosphorus 함량은 감소하는 경향을 보여서, 5분 가열시에 단원콩, 만리콩 및 Amsoy의 phytic acid 감소율은 각각 26.29%, 24.85%, 23.72%이었다. 단원콩을 121°C에서 30분간 autoclaving 처리하였을 때 phytic acid 및 phytate phosphorus의 감소율은 18.62%와 16.95%로 microwave로 5분 처리하였을 때가 훨씬 효과적이었다. 대두의 수분함량과 microwave 가열효과와의 관계는 수분함량이 낮을수록 phytic acid의 감소 효과가 컸다. 몇가지 염용액에 12시간 침지시킨후 4분간 가열처리시 phytic acid의 감소율은 2.5% NaCl에서 24.52%, 2% NaHCO₃에서 26.62%, 혼합 염용액(M.S.S.)에서 28.47%로 증류수의 21.53%보다 약간 높게 나타났으며, phytate phosphorus 감소율 또한 위의 세가지 염용액에서 26.17%, 24.64% 및 26.60%로서 증류수의 19.73%보다 약간 더 효과가 있는 것으로 나타났다(1995년 9월 30일 접수, 1995년 11월 6일 수리).

서 론

대두는 동양이 원산으로 곡류에 부족하기 쉬운 필수 아미노산인 lysine을 보충해주는 식물성 단백질의 주요 공급원이다.¹⁾ 그러나 대두는 조리하는데 시간이 오래 걸릴뿐만 아니라 phytic acid, 트립신 저해제, 페놀류, 사포닌 등의 영양저해 인자와 불쾌취를 발생시키는 lipoxigenase를 함유하고 있어 이들 성분의 제거를 위한 전처리과정이 요구되고 있다.²⁻⁵⁾ 이들 중 phytic acid (myo-inositol hexaphosphoric acid 또는 myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakis dihydrogen phosphate)는 종자의 발아등 생리 작용에 필요한 인의 저장수단으로 곡류, 두류 등에는 Ca 또는 Mg염인 phytin의 형태로 존재한다. 그러나 phytic acid는 Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn 등의 2가 혹은 3가의 금속이온과 불용성 복합체를 형성함으로써 이들 무기물의 체내 흡수를 저해하는 동시에 수용액 중에서는 단백질과 결합하여 불용성 화합물을 형성함으로써 단백질의 이용율을 감소시킨다고 보고되어 왔다.⁶⁻¹⁰⁾

이러한 이유때문에 phytic acid를 감소시키기 위한 많은 연구가 진행되어져 왔다.¹¹⁻¹³⁾ 그 중에는 phytate와 단백질의 용해도 차이를 이용하여 phytate를 제거하는 방법이 Gillberg 등¹⁴⁾과 Cheryan 등¹⁵⁾에 의해 제안되었고 Brooks 등¹⁶⁾은 이온교환수지를 이용하여 분리콩단백의 phytic acid를 96~97%를 제거하였다고 보고 하였으며 Seo 등¹⁷⁾도 비슷한 결과를 발표하였다. 정 등¹⁸⁾은 청국장 제조과정 중에 미생물이 분비하는 phytase를 이용하여 phytic acid를 감소시켰다고 보고하였으며 Kim 등¹⁹⁾은 콩을 발아시켜 두유를 제조하였을 때 phytic acid가 감

소하였다고 보고하였다. 또한 김 등²⁰⁾은 50~70°C에서 가온후 마쇄시킨 대두유의 phytic acid의 함량을 분석 하였으며 안 등²¹⁾은 상온에서의 침지 및 발아, 그리고 고온에서 incubation 및 autoclaving을 시켰을 때 phytic acid의 상당량이 감소된다고 보고하였다. Tabekhia 등²²⁾도 비슷한 실험에서 cooking보다는 발아가 phytate의 분해에 더 효과적이라고 하였다. de Boland 등²³⁾은 pH 6의 수용액 중에서 순수한 hexaphosphate는 autoclaving에 의해 쉽게 분해되지만 쌀 이나 곡류등에 함유된 phytic acid는 115°C에서 2시간 처리를 하여도 5~25% 정도 밖에 분해되지 않는다고 하였다.

최근에는 phytic acid가 무기질의 체내 흡수를 억제 하는 항영양인자로만 볼것이 아니라 중금속과의 강한 결합력으로 중금속의 체외 배출을 쉽게할 수 있다는 측면과 함께 아직 정확한 기작은 알려져 있지 않지만 항암물질로서의 가능성도 거론되고 있고 그 자신은 항산화력을 나타내지는 않으나 항산화제의 효과를 상승시키는 작용도 갖고 있다고 한다.^{1,24)}

Microwave에 의한 가열기술은 전자파의 일종인 microwave가 식품 등의 물질내부로 직접 침투하여 내부로부터 발열되기 때문에 가열속도가 빠르고 가열이 균등하며 열효율이 높을 뿐만 아니라 다른 처리방법에 비해 맛, 텍스처 및 영양소의 파괴가 적고 취급이 쉬운 새로운 가열기술로서 조리, 해동, 건조, 데치기, 굽기, 저온살균, 고온살균 등에 산업적으로 폭넓게 이용되고 있다.²⁵⁻²⁷⁾

Yoshida 등^{28,29)}은 트립신저해제를 불활성화시키기 위하여 microwave를 이용하는 한편 tocopherol의 함량 변화를 관찰하였다. Hafez 등^{30,31)}은 microwave 처리에

찾는말 : Soybean, phytic acid, microwave heating

*연락처자

의한 대두의 phytic acid 감소가 변성된 단백질과 복합물을 형성하여 침전되기 때문이 아니라 phytic acid가 분해되기 때문이라고 하였다.

본 연구에서는 대두를 일정시간 물에 침지시킨 후 microwave로 가열처리하여 가열시간에 따른 phytic acid의 분해 가능성을 검토하였으며, 가압솥에 의한 가열처리 효과 및 몇가지 염용액에 침지 시켰을 때의 효과와도 비교 분석 하였다.

재료 및 방법

실험재료

실험에 사용한 재료는 1992년도에 수확한 대두 (*Glycine max* L.) 품종으로서 전남지역에서 장려품종으로 되어 있는 단원콩, 만리콩을 전라남도 농촌진흥원에서 분양받았다. 또한 (주)정식품에서 두유가공의 원료로 쓰이는 수입콩(Amsoy)을 실험재료로 사용하였으며 외관상 이상이 없는것을 정선하여 시료병에 넣어 $4 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 저장하면서 시료로 사용하였다.

일반성분의 분석

대두시료의 일반성분의 분석은 수분은 상압가열 건조법, 단백질은 micro Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 직접회화법, 조섬유는 AOAC법³²⁾으로 각각 측정하였다.

Microwave heating 처리

원료대두 무게의 5배에 해당하는 증류수를 가하여 실온에서 일정시간 침지시킨 후 2~3회 세척한 대두를 여과지에 단층으로 펴서 표면의 수분을 제거하였다.

Microwave 가열처리는 Yoshida 등²⁸⁾의 방법을 변형하여 실험하였다. 침지대두 60g을 2개의 petri dish(I.D. 8.0 cm)에 취해 고르게 펴고 뚜껑을 덮어 회전 받침대 위에 대칭으로 놓고 일정시간 microwave로 가열하였다. 이때 가열은 시판의 전자레인지(금성사, ER-687SF)를 이용하고 2450 MHz에서 최대출력 (650 W)으로 하였다. Microwave heating 처리가 끝난 대두는 동결건조기를 이용하여 건조시킨 후 mixer로 분쇄하고 0.45 mm 체로 쳐서 균일한 입자의 대두가루를 얻었다. 분쇄된 대두가루를 Soxhlet 추출기에서 ethyl ether를 사용하여 지질을 제거하고 실온에서 하룻밤 건조하여 공시시료로 하였다.

Phytic acid 및 phosphorus의 정량

Phytic acid, total 및 phytate phosphorus의 분석은 Mohamed 등³³⁾의 방법을 따라 다음과 같이 실험하였다.

1) Chromogenic reagent

Ammonium molybdate 4g을 30 ml의 증류수에 용해시킨 것을 A 용액으로 하고 이 A용액 20 ml에 conc-HCl 20 ml와 수은 2.5 ml를 가하여 30분 동안 흔들어 혼합하고 Whatmann No.1 여과지로 여과한 여액을 B 용액으로 하였다. 다시 A용액 10 ml에 conc-H₂SO₄ 50 ml를

조심스럽게 가해 B용액과 혼합한 것을 C 용액으로 하고 여기에서 25 ml를 취해 methanol 45 ml와 증류수 25 ml를 가해 혼합한 것을 chromogenic reagent로 하였다. 이 chromogenic reagent를 phytic acid와 total 및 phytate phosphorus의 정량용 발색시약으로 사용하였다.

2) Phytic acid 추출

시료 0.5g에 3% TCA 용액 25 ml를 가하고 45분동안 추출하였다. 이 slurry를 원심분리한 후 상정액 5 ml를 취해 1.0 N HCl에 용해시킨 1% FeCl₃ · 6H₂O 용액 3 ml를 가하고 끓는 수조에서 45분 동안 가열하였다. 이 용액을 실온까지 냉각 시키고 원심분리 (20,000×g, 15분)한 후 침전된 ferric phytate에 0.5 N HCl 20 ml를 가해 침전물을 잘 분산 시킨후 다시 원심분리하였다. 침전된 ferric phytate에 1.5 N NaOH 용액 3 ml와 증류수 7 ml를 가하고 boiling water bath에서 15분 동안 가열하였다. 실온으로 냉각한 후 원심분리하고 상정액을 이용하여 phytic acid 및 phytate phosphorus를 정량하였다.

3) Phytic acid 정량

위의 phytic acid 추출물 0.2 ml를 취해 증류수 4.6 ml와 chromogenic reagent 0.2 ml를 가해 95°C를 유지하는 oil bath에서 30분동안 가열하였다. 실온으로 냉각 시킨 후 830 nm에서 blank와 대비하여 흡광도를 측정하였다. 표준품으로는 sodium phytate (FW. 923.8 g)를 이용하였다.

4) Total, phytate 태 및 inorganic phosphorus 정량

Phytic acid 추출물 2 ml에 10 N H₂SO₄ 용액 3 ml를 가하여 습식분해 시켰는데 완전히 산화시키기 위하여 30% H₂O₂를 몇방울 가하여 계속 가열하고 용액이 투명해지면 방냉 시킨후 위 용액에 소량의 증류수를 가하고 5 N NaOH로 중화시킨 다음 50 ml로 정용하였다. 중화된 용액 0.6 ml를 test tube에 취하여 chromogenic reagent 0.2 ml와 증류수 4.2 ml를 가해 95°C를 유지하는 oil bath에서 15분 동안 가열하였다. 실온으로 냉각 시킨 후 830 nm에서 blank와 대비하여 흡광도를 측정하였다. 표준품으로는 sodium phosphate (FW. 142 g)를 이용하였다.

Total phosphorus 정량은 1% TCA 추출물 1 ml를 취해 phytate phosphorus와 같은 방법으로 정량하였으며 inorganic phosphorus의 정량은 total phosphorus에서 phytate phosphorus를 뺀 값으로 계산하였다.

결과 및 고찰

일반성분

대두의 품종별 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 단원콩이 8.5%로서 만리콩이나 Amsoy보다 약간 낮았으며 조단백질, 조섬유 및 회분의 함량은 높았고 조지방 함량은 세 품종에서 모두 비슷하였다.

Phytic acid 및 phosphorus compound 함량

Phytic acid 함량은 탈지 대두 1g당 단원콩 19.19 mg,

Table 1. Proximate composition of soybean varieties

(unit: g/100 g)

Varieties	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	Nitrogen free extract
Danwon	8.5	38.9	22.8	6.2	5.9	17.7
Marly	9.5	37.5	21.0	6.0	5.7	20.3
Amsoy	11.1	36.1	22.4	5.2	4.8	20.4

Table 2. The content of phytic acid and phosphorus in soybeans (unit: mg/g)

Varieties	Phytic acid	Total phosphorus	Phytate phosphorus	Inorganic phosphorus
Danwon	19.19	6.70	6.23	0.47
Marly	18.38	6.60	6.36	0.25
Amsoy	16.73	5.27	4.99	0.29

만리콩 18.38 mg, Amsoy 16.73 mg으로 단원콩이나 만리콩에 더 많이 함유되어 있었다(Table 2). Total 및 phytate phosphorus 함량 역시 단원콩이나 만리콩에 더 많이 함유되어 있었으며 inorganic phosphorus 함량은 단원콩에서 가장 높게 나타났다.

Desphand 등²⁰⁾은 Small White, Sanilac 품종 등에 phytic acid가 11.6 mg~27.5 mg/g 정도 함유되어 있다고 보고하였다. 한편 국산대두의 phytic acid 함량에 관하여 김 등²⁰⁾은 밀양콩에 13.5 mg, 광고 15.4 mg, 황금 11.4 mg, 단엽 13.2 mg/g 정도 함유 되어 있다고 보고하였으며 안 등²¹⁾은 유태콩에 13.5 mg/g 정도 함유되어 있다고 보고한바 있는데 본 실험의 경우에는 시료가 탈지된 상태이므로 지방함량을 보정해 주면 거의 일치되는 결과이다.

Microwave heating 시간에 따른 대두의 무게변화

12시간 침지시킨 시료 60 g을 2개의 petri dish에 취해 회전받침대가 설치되어있는 전자레인지에서 1~8분 동안 가열하면서 무게 감소율을 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 가열 1분까지는 서서히 감소하다가 2~5분경에 무게감소가 급격히 일어나 무게감소율은 거의 60%에 이르렀다. Yoshida 등²⁸⁾은 수분함량 49.7%인 대두 50 g을 4분 가열하였을때 110°C 정도가 되나 수분함량 8.5%인 대두는 170°C 이상으로 급격히 올라간다고 보고하였으며 무게감소율은 2분 이내에 24%, 6분 이내에 52% 정도 감소하며 수분함량이 높을수록 무게감소율은 크다고 보고하였다.

Microwave heating 시간의 영향

12시간 침지시킨 시료를 0, 1, 2, 3, 4, 5분간 microwave heating 처리하였을때 phytic acid, phytate 및 inorganic phosphorus의 함량변화를 관찰하였다. Phytic acid (Fig. 2)는 가열 3분경 부터 감소율이 커져서 4분처리시 phytic acid의 함량은 단원콩, 만리콩 및 Amsoy가 각각 15.06 mg, 14.71 mg 및 13.96 mg으로 21.53%, 20.83% 및 16.59%

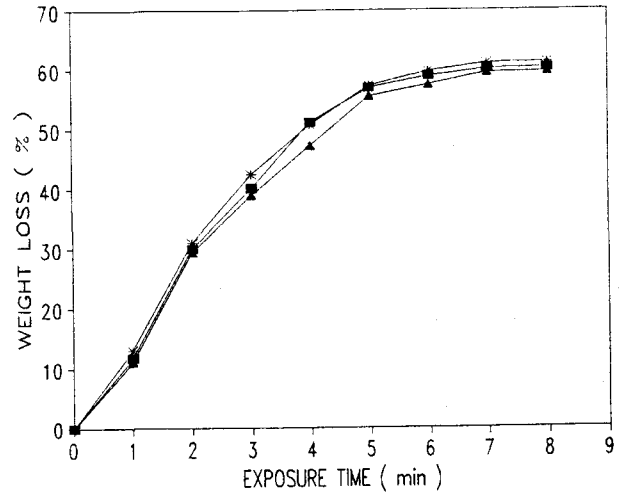


Fig. 1. Effect of microwave heating on the weight loss of soybeans soaked for 12 hrs. ■—■, Danwon; ▲—▲, Marly; *—*, Amsoy.

정도 감소하였다. Phytate phosphorus의 감소율 (Fig. 3) 또한 phytic acid와 같은 경향을 보였으며 4분 처리시 단원콩, 만리콩 및 Amsoy의 phytate phosphorus 함량은 5.00 mg, 5.23 mg 및 4.21 mg으로 각각 19.73%, 17.78%, 15.41% 감소된 것으로 나타났다. 한편 inorganic phosphorus의 함량 (Fig. 4)은 처리시간을 늘림에 따라 급격히 증가하는 경향을 보였다.

Hafez 등³⁰⁾은 대두를 microwave로 15분간 가열 처리 하였을때 약 50%의 phytic acid가 감소되었는데 이것은 phytic acid가 변성된 단백질과 결합하여 침전되기 때문이 아니라 파괴되기 때문이라고 하고 inorganic phosphorus가 급격히 증가하는 이유는 inositol의 di, tri, tetra, penta, hexa phosphorus가 분해되기 때문이라고 하였다. 본 실험에서도 가열시간을 늘림에 따라 phytic acid 및 phytate phosphorus는 감소하는 경향을 보였으며 inorganic phosphorus는 phytic acid가 분해됨에 따라 급격히 증가하는 경향을 보였다.

가압술에 의한 가열처리 효과와의 비교

단원콩을 121°C의 가압술에서 5~30분간 가열처리하여 phytic acid 및 phosphorus 화합물의 함량변화를 관찰하고 (Table 3), microwave 처리효과와 비교분석 (Fig. 5) 하였다. 5분간 처리하였을때 phytic acid 및 phytate phosphorus의 함량은 탈지대두 1g당 17.45 mg과 6.25 mg으로 감소율은 6.33%와 6.60%에 불과하였다. 처리시간을 30분으로 길게 하였을 때에도 phytic acid 및 phy-

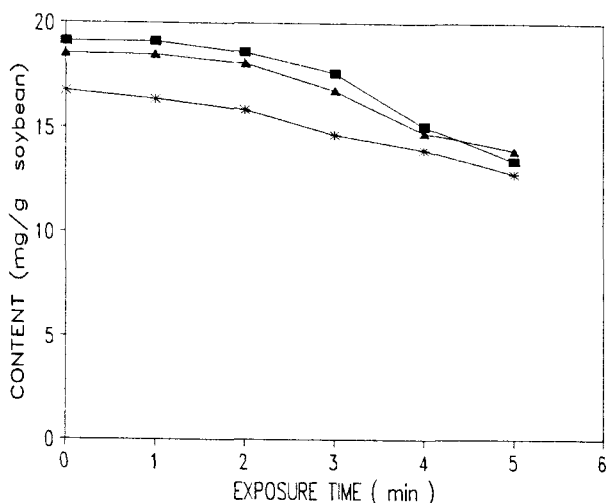


Fig. 2. Effect of microwave heating on the content of phytic acid in soybeans. ■-■, Danwon; ▲-▲, Marly; *-*, Amsoy.

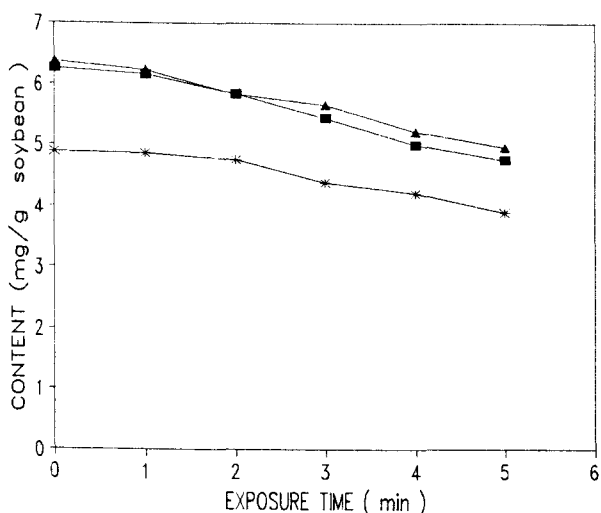


Fig. 3. Effect of microwave heating on the content of phytate phosphorus in soybeans. ■-■, Danwon; ▲-▲, Marly; *-*, Amsoy.

tate phosphorus의 함량은 15.61 mg과 5.17 mg으로 microwave로 5분 처리하였을때의 13.38 mg보다 효과적이지 못하였다. Ologhobo 등³⁴⁾은 105°C에서 20분간 autoclaving 처리하였을때 phytic acid의 감소율은 6.6%로 그다지 효과적이지 못하다고 하였으며 안 등²¹⁾은 120°C에서 4시간 처리하였을때 비로소 68% 정도 감소되었다고 보고하였다. 따라서 microwave heating 처리를 하면 다른 가열처리 방법에 비해 단시간에 상당량의 phytic acid를 효과적으로 분해시킬 수 있다고 생각된다.

수화정도가 다른 대두의 microwave heating 효과

침지시간에 따라 대두의 수화정도는 달라지게 되는데 실온의 증류수에 침지시켰을때의 수분함량 변화를 Fig. 6에 나타내었다. 30분동안 침지시켰을때 단원콩, 만리콩 및 Amsoy의 수분함량은 29.92%, 30.85% 및 39.31%였고

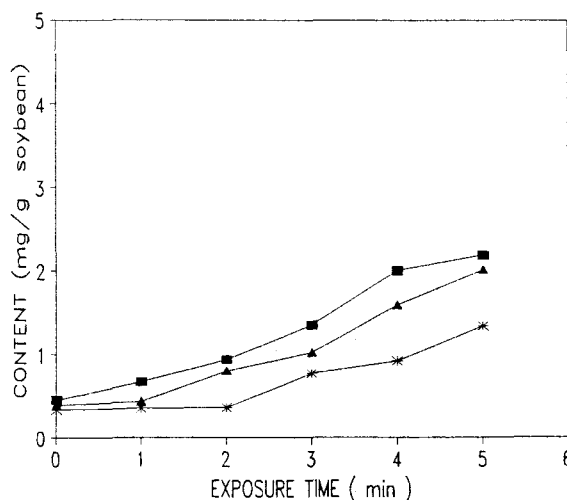


Fig. 4. Effect of microwave heating on the content of inorganic phosphorus in soybeans. ■-■, Danwon; ▲-▲, Marly; *-*, Amsoy.

Table 3. Effect of autoclaving on the content of phytic acid and phosphorus in soybean (Danwon) at 121°C (unit: mg/g)

Heating time (min)	Phytic acid	Phytate phosphorus	Inorganic phosphorus
0	19.11	6.26	0.45
5	17.97	5.82	0.87
10	16.94	5.45	1.41
20	16.72	5.30	1.35
30	15.61	5.17	1.51

8시간에는 60.20%, 59.26% 및 60.32% 로 최대가 되었다. 김 등³⁴⁾은 tap water나 0.5% NaHCO₃ 용액에 침지했을때 대두의 크기가 작은 품종일수록 침지속도가 빨랐다고 보고하였는데 본실험에서 Amsoy의 초기 수분흡수 속도가 빠른것도 단원콩이나 만리콩보다 크기가 작기 때문인 것으로 생각된다. 세 품종 모두 침지 8시간 이내에 수분흡수가 평형에 도달함을 알 수 있었다.

Fig. 7에서 보는 바와 같이 15%, 30%, 45% 및 60%의 수분함량을 갖는 대두를 4분간 가열처리 하였을때 초기 수분함량이 낮을수록 phytic acid의 감소효과가 크게 나타났다. 이러한 결과는 식품중의 단백질, 지방, 탄수화물 등의 성분보다 물은 구조가 안정되어 있고 비열이 크기 때문에 수분함량이 많을 수록 온도를 높이고 수분을 증발시키는데 더 많은 energy를 필요로 하기 때문인것 같다. 그러나 수분함량이 낮을수록 심하게 갈변되는 현상이 나타나므로 대두를 침지과정 없이 microwave heating을 할때는 상당한 기술이 필요할 것으로 생각한다.

염용액에 침지시킨 대두의 microwave heating 효과
단원콩을 2.5% NaCl, 2% NaHCO₃ 및 혼합 염용액(M.S.S.: 2.5% NaCl, 1% Na₅P₃O₁₀, 1.5% NaHCO₃, 0.5% Na₂

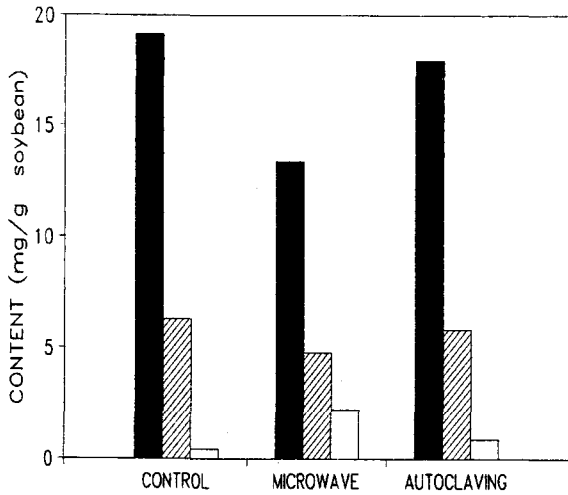


Fig. 5. Comparison of heating (5 min) effect by microwave and autoclaving on the content of phytic acid and phosphorus in soybean (*Danwon*). ■—■, Phytic acid; ▨—▨, Phytate-p; □—□, Inorganic-p.

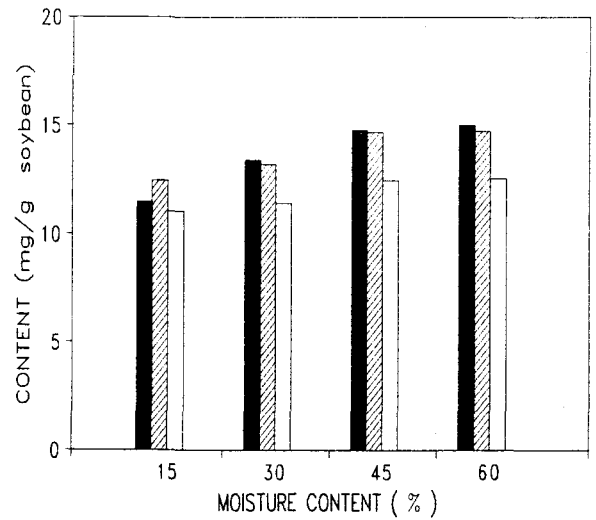


Fig. 7. Effect of microwave heating (4 min) on the content of phytic acid and phosphorus compound in soybean (*Danwon*) with different moisture contents. ■—■, *Danwon*; ▨—▨, *Marly*; □—□, *Amsoy*.

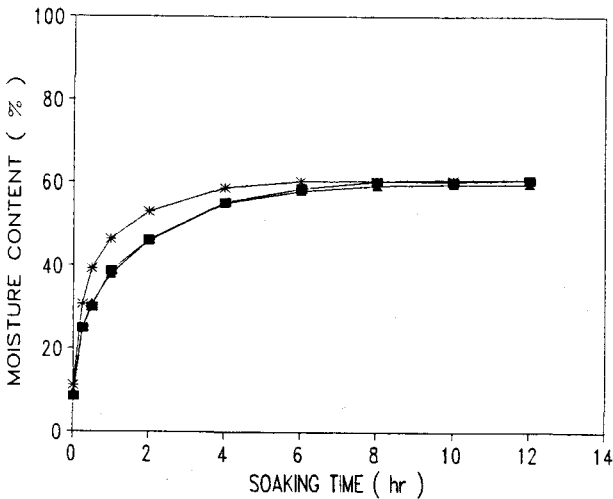


Fig. 6. Changes in the moisture content of soybeans during soaking in distilled water. ■—■, *Danwon*; ▲—▲, *Marly*; *—*, *Amsoy*.

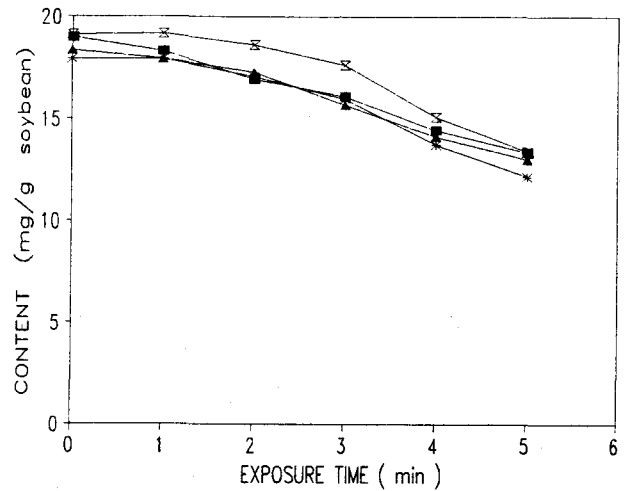


Fig. 8. Effect of microwave heating on the content of phytic acid in soybean (*Danwon*) after soaking in the salt solution. —, Control; ■—■, 2.5% NaCl; ▲—▲, 2% NaHCO₃; *—*, M.S.S.

Table 4. The content of phytic acid and phosphorus in soybeans (*Danwon*) after soaking in the salt solution (unit: mg/g)

Treatment	Phytic acid	Total phosphorus	Phytate phosphorus	Inorganic phosphorus
Raw bean	19.19	6.70	6.23	0.47
Distilled water	19.11	6.71	6.26	0.45
2.5% NaCl	18.96	6.88	6.16	0.72
2% NaHCO ₃	18.34	6.86	5.97	0.89
M.S.S.*	17.90	6.84	5.92	0.92

*Mixed salt solution: 2.5% NaCl+1% Na₅P₃O₁₀+1.5% NaHCO₃+0.5% Na₂CO₃

CO₃)에 12시간 침지시켰을때 phytic acid의 함량은 18.96 mg, 18.34 mg 및 17.90 mg으로 각각 1.20%, 4.40% 및 6.74% 감소되었다 (Table 4). 따라서 위의 세가지 염용

액에 12시간 침지시켰을때 phytic acid의 감소효과는 2% NaHCO₃ 및 혼합용액이 2.5% NaCl보다 더 큰것으로 나타났다. Desphand 등³⁵⁾은 증류수, 2% NaHCO₃ 및 혼합 염용액에 12시간 침지시킨 pinto bean의 phytic acid 감소율은 각각 0.7%, 4.4% 및 6.9%가 각각 감소하였다고 보고하였는데 본 실험에서와 비슷한 경향을 보였다. 위의 염용액에 침지시킨 단원콩을 microwave heating 처리한 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 처리시간에 따라 phytic acid 함량은 감소하는 경향을 보여서 4분간 처리하였을때 2.5% NaCl, 2% NaHCO₃ 및 혼합 염용액에 침지한 구에서 14.53 mg, 14.08 mg 및 14.73 mg으로 각각 24.52%, 26.62% 및 28.47%정도 감소되어 증류수의 21.53

% 보다 약간 더 감소효과가 큰 것으로 나타났다. 따라서 위의 염용액 등에 침지시켜 microwave heating을 하면 일정량의 phytic acid를 감소시키는데 필요한 시간을 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 황인경 (1992) 콩의 새로운 영양적 의의, 한국 콩연구회 소식, 12월호, p.5
2. Desphand, S. S., S. K. Sathe, D. K. Salunke and D. P. Cornforth (1982) Effect of dehulling on phytic acid, polyphenols and enzyme inhibitors of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.), *J. Food Sci.*, **47**, 1846-1850.
3. Kon, S. and D. W. Sanshuck (1981) Phytate content and its effect on cooking quality of beans, *J. Food Proc. Preser.*, **5**, 169-178.
4. 백인기 (1990) 대두박의 항영양 인자들과 가축에 대한 영향, 한국콩연구회지, **7**(1), 19-27.
5. 임효식, 조영훈, 이종욱 (1995) 대두 현탁액의 lipoxygenase 활성 저해 인자들의 영향, 한국식품과학회지, **27**, 18-24.
6. Maga, J. A. (1982) Phytate; Its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance and methods of analysis, *J. Agric. Food Chem.*, **27**, 1-9.
7. Honig, D. H., W. J. Wolf and J. J. Rackis (1984) Phytic acid and phosphorus content of various soybean protein fractions, *J. Cereal Chem.*, **61**, 523-526.
8. Zemel, M. B. and L. A. Shelef (1982) Phytic acid hydrolysis and soluble zinc and iron in whole wheat bread as affected by calcium containing additives, *J. Food Sci.*, **47**, 536-537.
9. Clydesdale, F. M. and A. L. Camire (1983) Effect of pH and heat on the binding of iron, calcium, magnesium, and zinc and the loss of phytic acid in soy flour, *J. Food Sci.*, **48**, 1272-1274.
10. 조희완, 윤재영, 이서래 (1991) 분리 대두단백의 용해도와 소화율에 미치는 phytate의 영향, 한국식품과학회지, **23**, 286-290.
11. Sutardi, L. and K.A. Buckle (1985) Reduction in phytic acid levels in soybeans during tempeh production, storage and frying, *J. Food Sci.*, **50**, 260-261.
12. Nayini, N. R. and P. Markakis (1983) Effects of fermentation time on the inositol phosphates of bread, *J. Food Sci.*, **48**, 262-265.
13. Sutardi, L. and K. A. Buckle (1985) Phytic acid changes in soybeans fermented by traditional inoculum and six strains of *Rhizopus Oligosporus*, *J. Appl. Bacteriol.*, **58**, 539-543.
14. Gillberg, L. and B. Tornell (1976) Preparation of rapeseed protein isolates, *J. Food Sci.*, **41**, 1063-1069.
15. Cheryan, M., F. W. Anderson and F. Grynspan (1983) Magnesium-phytate complex effect of pH and molar ratio on solubility characteristics, *J. Cereal Chem.*, **60**, 235-237.
16. Brooks, J. R. and C. V. Morr (1982) Phytate removal from soy protein isolates using ion exchange processing treatments, *J. Food Sci.*, **47**, 1280-1282.
17. Seo, A. and C. V. Morr (1985) Activated carbon ion exha-

- nge treatments for removing phenolics and phytate from peanut protein products, *J. Food Sci.*, **50**, 262-263.
18. 정지훈, 강성국, 김용순, 정희종 (1990) 청국장 제조과정에서의 Bacterial phytase에 의한 phytic acid의 분해, 한국산업미생물학회지, **18**, 423-428.
19. Kim, W. J., N. M. Kim and H. S. Sung (1981) Effect of germination on phytic acid and soluble minerals in soymilk, *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **16**, 358-362.
20. 김선경, 유양자, 장학길 (1989) 한국산 대두의 열처리에 의한 피트산과 무기성분의 함량변화, 대한가정학회지, **27**, 75-83.
21. 안 빈, 양차범 (1985) 처리방법에 따른 종자중 phytic acid의 함량변화, 한국식품과학회지, **17**, 516-521.
22. Tabekhia, M. M. and B. S. Luh (1980) Effect of germination, cooking and canning phosphorus and phytate retention in dry beans, *J. Food Sci.*, **45**, 406-408.
23. de Boland, A. R., G. B. Garner and B.L. O'Dell (1975) Identification and properties of "phytate" in cereal grains and oil seed products, *J. Agric. Food Chem.*, **23**, 1186-1189.
24. 유재일 (1984) 두부제조시 파이틴 산의 이동에 관한 연구, 영남대학교 석사학위논문
25. Recharadson, P. (1992) Microwave technology - the opportunity for food processors, *Food Sci. Technol. Today*, **5**, 146-148.
26. Giese, J. (1992) Advances in microwave food processing, *Food Technol.*, **46**, 118-123.
27. Gullett, E. A., D. L. Rowe and R. J. Hines (1984) Effect of microwave blanching on the quality of frozen green beans, *Can. Inst. Food Sci. Technol.*, **17**, 247-252.
28. Yoshida, H. and G. Kajimoto (1988) Effects of microwave treatment on the trypsin inhibitor and molecular species of triglycerides in soybeans, *J. Food Sci.*, **53**, 1756-1760.
29. Yoshida, H. and G. Kajimoto (1989) Effects of microwave energy on the tocopherols of soybean seeds, *J. Food Sci.*, **54**, 1596-1600.
30. Hafez, Y. S., A. Mohamed, P. A. Perera, G. Singh and A. S. Hussein (1989) Effects of microwave heating and gamma irradiation on phytate and phospholipid contents of soybean (*Glycine max* L.), *J. Food Sci.*, **54**, 958-962.
31. Hafez, Y. S., A. Mohamed, G. Singh and F. M. Hewedy (1985) Effects of microwave heating on solubility, digestibility and metabolism of protein, *J. Food Sci.*, **50**, 415-417.
32. A. O. A. C. (1990) Official methods of analysis, 15th ed., *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, D.C.
33. Mohamed, A., P. J. Perera and Y. S. Hafez (1986) New chromophore for phytic acid determination, *Cereal Chem.*, **63**, 475-478.
34. Ologhobo, A. D. and B. L. Fetuga (1984) Distribution of phosphorus and phytate in some Nigerian varieties of legumes and some effects of processing, *J. Food Sci.*, **49**, 199-201.
35. 김동연, 서인숙, 이종욱 (1988) 대두의 수화속도에 미치는 침지온도의 영향, 한국농화학회지, **31**, 46-51.
36. Desphand, S. S. and M. Cheryan (1983) Changes in phytic acid, tannins, and trypsin inhibitory activity on soaking of dry bean, *Nutrition Reports International*, **27**, 371-377.

Effect of microwave heating on the content of phytic acid and phosphorus in soybeans

Young-Hoon Cho and Chong-Ouk Rhee* (*Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwang-ju, 500-757 Korea*)

Abstract : Effects of microwave heating on the content of phytic acid and phosphorus of soaked soybean were investigated. Phytic acid content of Danwon, Marly and Amsoy cultivars were found to be 19.19 mg, 18.38 mg, and 16.73 mg/g defatted soybean respectively. Inorganic phosphorus content of soybeans was significantly increased during microwave heating, while phytic acid and phytate phosphorus was gradually decreased. Microwave heating was more effective than autoclaving in reducing the phytate contents. It was also found that microwave heating to soybean of low moisture content was more effective than that of high moisture content for decreasing the phytic acid content. Soaking in 2.5% sodium chloride, 2% sodium bicarbonate, and mixed salt solution for 12 hrs was not effective on reducing the contents of phytic acid and phytate phosphorus, but microwave-heating after soaking in above solutions greatly decreased the contents of phytic acid and phytate phosphorus, whereas significantly increased inorganic phosphorus of soybeans.

*Corresponding author