

# 발아기간에 따른 대두 품종별 이소플라본 및 영양성분 변화

## Studies on Changes of Isoflavone and Nutrients during Germination of Soybean Varieties

전수현 · 이경애 · 변광의\*  
순천향대학교 식품영양학과

Jeon, Su-Hyeon · Lee, Kyong-Ae · Byoun, Kwang-Eui\*  
Dept. of Food Science & Nutrition, Soonchunhyang University

### Abstract

The purpose of this study is to investigate changes of isoflavone and nutrients during germination of soybean varieties and to determine the optimal germination condition for soybean processing. After 5 days' germination, water content of the soybeans increased in the order of Poongsannamoolkong > Sinpaldal#2 > Black#1 > Jinpumkong. Ash content was higher in the order of Poongsannamoolkong > Sinpaldal#2 > Jinpumkong > black#1 soybean. All varieties of the soybean samples increased in ash content during germination. Crude fat content was higher in the order of Poongsannamoolkong > Black#1 > Jinpumkong > Shinpaldalkong. Crude protein content was higher in the order of Shinpaldalkong > Black#1 > Jinpumkong > Poongsannamoolkong. Polypeptide subunits separated from the SDS-PAGE of the entire proteins were showing comparatively high level in the range of 2-16KD in Jinpumkong and 2-21KD in Poongsannamoolkong till the first day of germination, 2-25KD in Sinpaldal#2 till the second day, and 6-27KD in Black#1 till the third day. Changes of total isoflavone contents during germination showed different patterns in soybean varieties: Jinpumkong and Black#1 had the highest total isoflavone content on the fourth day of germination, Poongsannamoolkong and Sinpaldal#2 on the first and the second day of germination, respectively.

Key Words : soybean, germination, nutrients, isoflavone, polypeptide, SDS-PAGE

## I. 서론

식생활과 성인병에 관한 관심이 높아지면서 생리활성물질이 풍부한 식물성 재료의 이용 및 개발에 관한 연구가 활발해지고 있다. 대두는 우리 국민의 전통식품으로 이용되어온 중요한 작물이며 주성분인 단백질을 35~40%, 유지를 15~20% 함유하고 있다. 대두에 함유된 지방질의 경우 80%이상의 불포화지방산을 함유하고 있어 콜레스테롤 저하 및 각종 심혈관계 질환 예방에 효과적이다. 식물종자는 발아가 진행됨에 따라 생리적 활성이 증대되고 성분의 변화가 일어나며 콩의 발아 또한 호흡과 대사작용으로 영양성분 및 기능성 물질의 변화가 예상된다. 콩의 영양성분에 관해서는 Yang과 Kim(1980) 등의 보고가 있으나 콩의 발아기간에 따른 영양성분 변화의 연구는 부족한 상태이

다. 콩은 영양적 가치가 우수할 뿐만 아니라 다양한 생리활성을 가진 기능성 물질들을 함유하고 있다. 특히 그동안 항영양성 인자(antinutritional factor)로 알려졌던 물질들이 뛰어난 항암성과 여러가지 생리활성을 나타낸다는 연구가 보고 되면서 대두는 건강식품소재로서 기대되고 있다. 대두의 대표적인 기능성 물질로는 식이섬유, 올리고당, 이소플라본, phytic acid, trypsin inhibitor, saponins, 콩 단백질과 그 가수분해물, 식물성 sterol과 phenol 화합물 등이 보고되었다. 이러한 여러 가지 기능성 성분중 이소플라본은 포유동물에서 약한 estrogen 활성을 보이므로 phytoestrogen으로 분류하며, 항암 효과, 항산화 효과, 폐경기 증후군, 골다공증, 심혈관계질환, 유방암, 전립선암, 대장암 등과 같은 호르몬과 관련된 질환에 예방효과가 있는 것으로 알려져 있다(Adlercreutz, 1987). 대두중 이소플라본에 관한 연구로는 국내산 콩의 이소플라본 함량분포

\* Corresponding author: Byoun, Kwang-Eui  
Tel: 041) 530-1258  
E-mail: byoun@sch.ac.kr

(Kim, 1997), 콩제품의 가공조건에 따른 이소플라본의 변화 (Moon & Jeon, 1996), 대두가공식품의 이소플라본 함량 (Choi & Sohn, 1998) 등 다수의 연구가 보고되어 있으나, 발아 중 대두의 이소플라본 변화에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 콩 품종별 발아기간에 따른 이소플라본의 함량 및 영양성분의 변화를 측정하여, 콩의 발아가 이들 성분의 변화에 미치는 영향을 분석함으로써 식품가공에 적합한 발아조건 설정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험에 사용한 콩은 수원 농촌진흥청 작물시험장 전작과와, 전라북도 농업기술원 원종과에서 2002년산 대두중 장류 및 두부콩(진품콩), 콩나물콩(풍산나물콩)과 이소플라본함량이 높다고 보고된 신파달2호, 대립검정콩(검정콩1호)를 분양받아 4℃ 냉장온도에서 보관하면서 100g의 콩을 시료 부피의 5-6배의 물(수온 25±2℃)에 15시간 동안 침지 시켜 두류자동재배기(유진산업)를 사용하여 25분마다 5분씩 살수하는 조건에서 5일 동안 발아시켜 24시간 간격으로 시료를 채취하여 길이와 무게를 측정 한 후 동결건조 하고, 분쇄하여 분석 시료로 사용하였다.

### 2. 일반성분 분석

수분의 정량은 수분측정기(B.V. Model 680, LABINCO, Netherland)를 이용하여 측정하였고 회분의 정량은 직접 회화법으로 550~660℃의 전기로에서 작열회화 하여 측정하였으며 조지방 정량은 Dichloromethane을 사용하여 Soxhlet 추출법으로 측정하였고 조단백 정량은 Macro-Kjeldahl법(N=5.71, dry basis)으로 측정하였다.

### 3. Polypeptides 전기영동 (SDS-PAGE)

동결건조한 시료를 SDS 2%, 2-mercaptoethanol 5%용액으로 시료와의 비율을 1:10 (w/v)으로 추출한 후 원심분리 (10,000 rpm, 10min) 했으며, Laemmli(1980)의 방법에 따라 4% stacking gel, 10% separating gel에서 실시하고, 염색은 0.125%의 coomassie brilliant R로, 탈색은 acetic acid

: ethanol : H<sub>2</sub>O = 8 : 25 : 65 (v/v)으로 실시하였으며, Prestained Protein Size Marker (GenePia Inc., 15KD-120KD)와 분석소프트웨어(Advanced American Biotechnology 1D Version 4.0)를 이용하여 분석하였다.

### 4. 이소플라본 분석

이소플라본 성분은 Wang(1994) 등의 방법을 일부 수정하여 HPLC법으로 정량 하였다. 기간별로 발아시켜 동결건조시킨 콩 가루 1g에 1N-HCl 15ml를 첨가 하고 12 0℃에서 90분동안 가수분해시켜 이소플라본 배당체를 aglycone으로 전환시킨 뒤, 상온으로 냉각 후 메탄올을 첨가하여 50ml로 정용하고, 12시간 교반후 12,500 rpm에서 5분간 원심분리한 상정액을 syringfilter (13mm/0.45 μl)로 여과 한 뒤 HPLC (Knauer EuroChrom 2000 System)로 분석 하였다. Column은 Eurospher-100 C18(5 μm, 250×4mm)를 사용하였고, Acetonitrile-0.1% Acetic acid : d-H<sub>2</sub>O (30 : 70)를 HPLC 분석용 용매로 이용하였다.

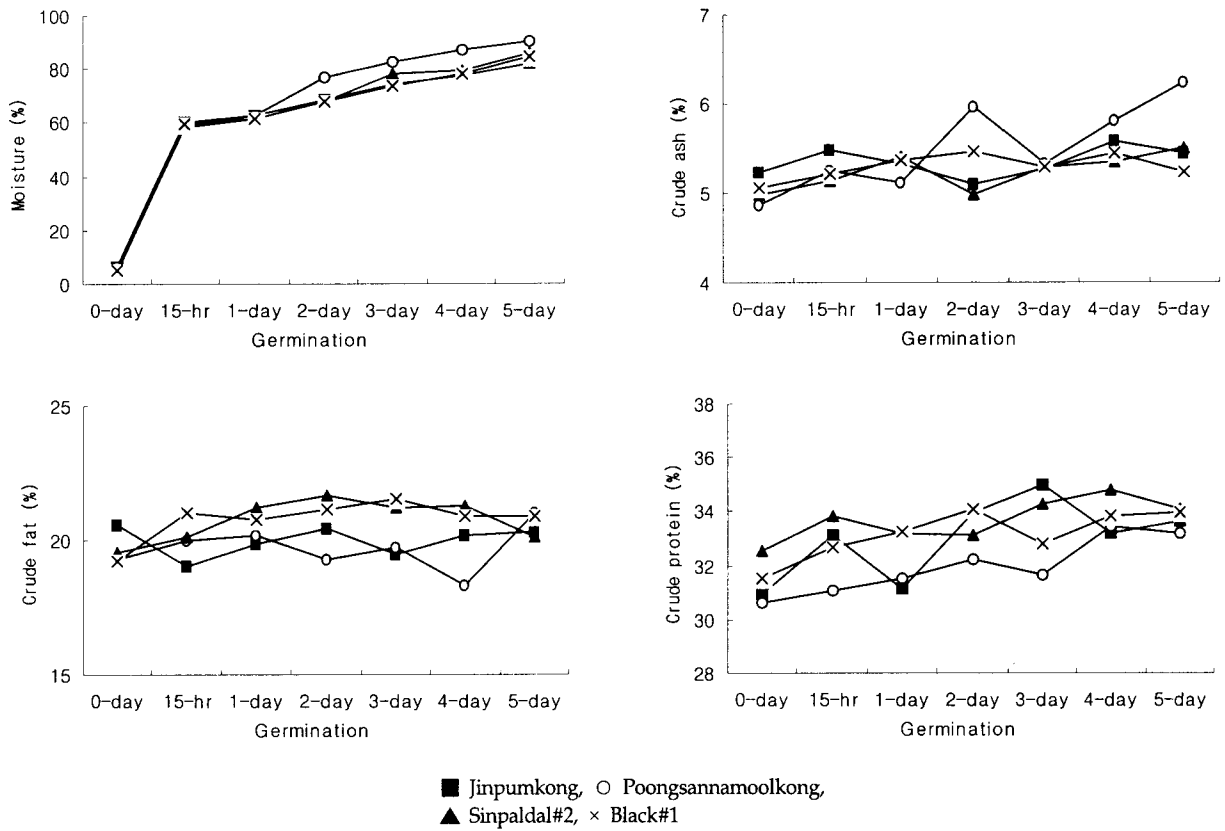
### 5. 통계처리

실험은 3회 반복 실시하였으며 그 결과를 SPSS 통계 프로그램 (Version 10.0)을 사용하여 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 발아중 일반성분의 변화

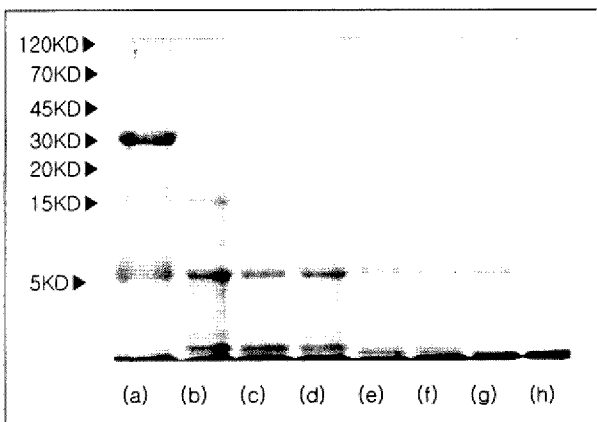
발아 5일 후 수분은 풍산나물콩>신파달2호>검정콩1호>진품콩으로 풍산나물콩의 수분함량이 가장 높았고, 진품콩의 수분함량이 가장 낮았으며 모든 품종의 수분함량은 지속적으로 증가 했다. 회분은 풍산나물콩>신파달2호>진품콩>검정콩으로 진품콩은 발아4일, 풍산나물콩과 신파달2호는 발아5일, 검정콩1호는 발아 2일에 가장 높은 회분 함량을 나타냈고 모든 품종의 회분함량은 발아 전 보다 증가 했다. 이는 대두가 발아함에 따라 회분 함량이 증가한다는 Na & Yang(1995) 등의 연구와 유사한 결과를 보였다. 조지방은 풍산나물콩>검정콩1호>진품콩>신파달2호로, 진품콩은 발아2일, 풍산나물콩은 발아5일, 신파달2호는 발아2일, 검정콩1호는 발아3일에 높은 값을 나타냈고, 발아 전 보다 진품콩은 감소, 풍산나물콩, 신파달2



[Fig. 1] Changes in Nutrients of soybean sprouts during germination

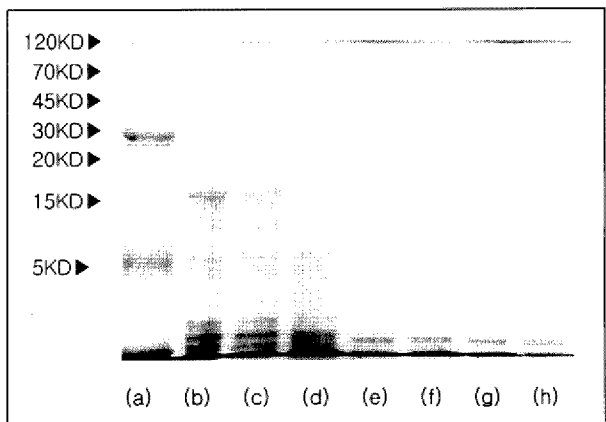
호, 검정콩1호는 증가했다. 조단백은 신팔달2호>검정콩1호>진품콩>풍산나물콩으로 진품콩은 발아3일, 풍산나물콩, 신팔달2호는 발아4일, 검정콩은 발아5일에 가장 높은 값을 나타내었고, 4품종 모두 조단백 함량이 증가 했으

며, 이는 콩나물 생장에 따라 조단백질 함량이 증가하는 경향을 보인다는 Kim(1993) 등의 연구와 일치 하였다.



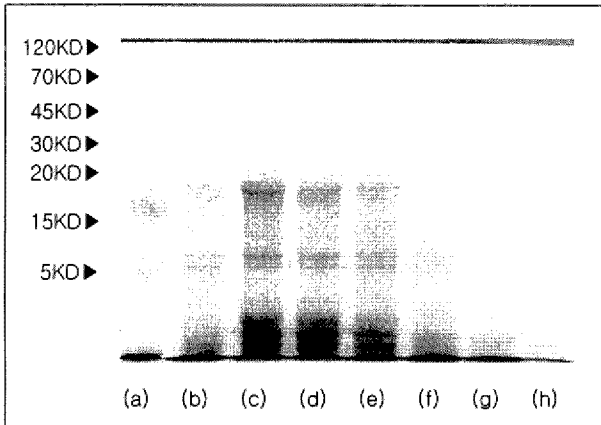
(a)Marker (b)0-day, (c)15-hr, (d)1-day, (e)2-day, (f)3-day, (g)4-day, (h)5-day

[Fig. 2] SDS-PAGE patterns of Jinpumkong during germination



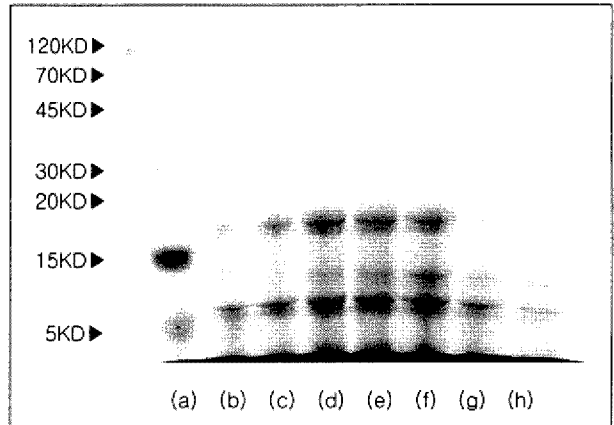
(a)Marker (b)0-day, (c)15-hr, (d)1-day, (e)2-day, (f)3-day, (g)4-day, (h)5-day

[Fig. 3] SDS-PAGE patterns of Poongsannamoolkong during germination



(a)Marker (b)0-day, (c)15-hr, (d)1-day, (e)2-day, (f)3-day, (g)4-day, (h)5-day

[Fig. 4] SDS-PAGE patterns of Sinpaldal#2 during germination



(a)Marker (b)0-day, (c)15-hr, (d)1-day, (e)2-day, (f)3-day, (g)4-day, (h)5-day

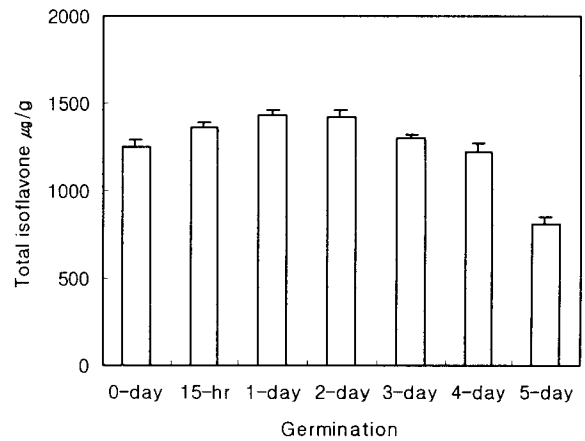
[Fig. 5] SDS-PAGE patterns of Black#1 during germination

2. 발아중 Polypeptides 의 변화

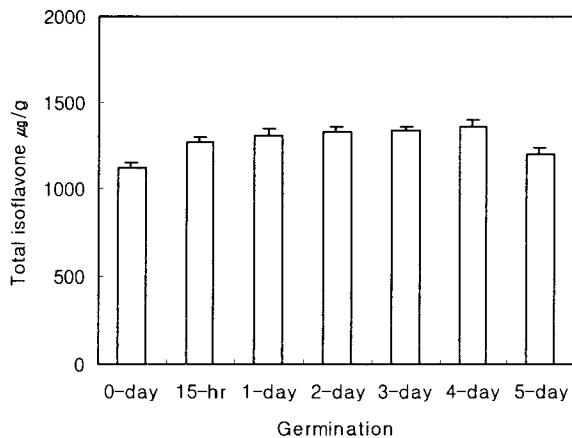
SDS-PAGE상에서 분리된 polypeptides subunits를 분자량 marker와 비교한 결과, 콩의 발아가 진행됨에 따라 고분자량 subunits가 저분자 peptide로 이행되는 경향을 나타내었다. 이는 콩의 발아가 진행됨에 따라서 콩단백질이 저분자 peptide로 분해되고 생장을 위한 아미노산 대사에 많이 소비되기 때문으로 생각된다.

3. 발아중 이소플라본의 함량변화

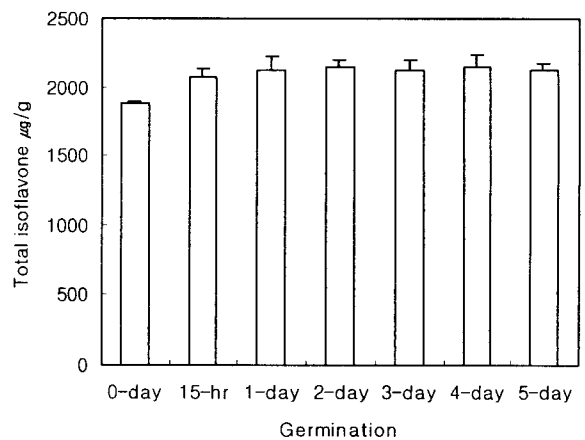
발아기간에 따른 총 이소플라본의 함량은 진품콩 발아



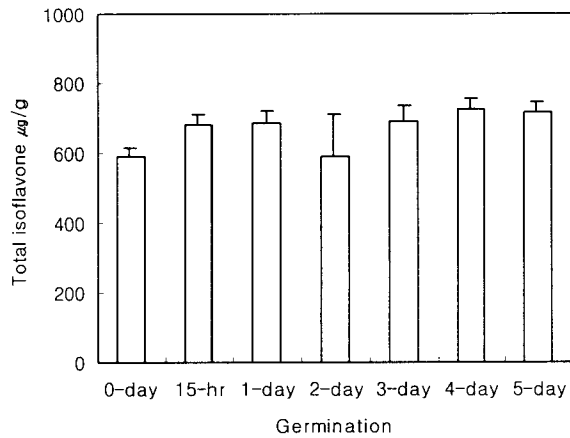
[Fig. 7] Changes in total isoflavone of Poongsannamoolkong sprouts during germination.



[Fig. 6] Changes in total isoflavone of Jinpumkong sprouts during germination.



[Fig. 8] Changes in total isoflavone of Sinpaldal#2 sprouts during germination.



[Fig. 9] Changes in total isoflavone of Black#1 sprouts during germination.

4일, 풍산나물콩 발아 1일, 신평달2호 발아2일, 검정콩1호 발아 4일째에 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 콩의 발아가 진행됨에 따라 이소플라본의 함량이 증가 한다는 Kim(1999) 등의 연구 및 콩의 품종, 재배환경, 파종시기 등의 유전적 요소와 환경적 요소가 이소플라본 함량이나 조성에 작용한다는 Wang(1994) 등의 연구도 유사한 결과를 나타내었다.

#### IV. 요약

대두의 길이와 무게는 발아기간에 따라 4품종 모두 증가하였고, 특히 콩나물용 풍산나물콩은 2.4~25cm로 가장 큰 증가폭을 보였으며 장류 및 두부용인 진품콩은 2.43~13.57cm로 가장 낮았다. 무게의 변화는 대립검정콩인 검정콩1호가 0.54~0.94g으로 가장 높은 변화를 보였으며, 진품콩이 0.48~0.9g으로 가장 낮은 변화를 보였다.

모든 품종의 수분은 지속적으로 증가했으며, 회분은 발아 전 보다 증가 하였다. 조지방의 경우 진품콩은 감소, 풍산나물콩, 신평달2호, 검정콩1호는 증가했으며, 조단백은 4품종 모두 증가 했다.

SDS-PAGE는 콩의 발아가 진행됨에 따라 고분자량 subunits가 저분자 peptide로 이행되는 경향을 나타내었다. 이는 콩의 발아가 진행됨에 따라서 콩단백질이 저분자 peptide로 분해되고 생장을 위한 아미노산 대사에 소비되기 때문으로 생각되며 저분자 polypeptides subunits의 이용을 통해 다양한 기능을 기대할 수 있을 것으로 본다.

대두 중 총 이소플라본 함량은 진품콩은 발아 4일째,

풍산나물콩은 발아 2일째, 신평달2호는 발아 2일째, 검정콩1호는 발아 4일째에 각각 총 이소플라본 함량이 높은 것으로 관찰 되었으며, 발아시기에 따른 이소플라본의 이 같은 변화를 응용하여 가공용도별로 사용한다면 기능성 식품 개발에 유용할 것으로 사료된다.

주제어 : 대두, 발아, 영양성분, 이소플라본, polypeptide, SDS-PAGE

#### 참 고 문 헌

Adlercreutz, H., Hockerstedt, K., Bannwart, C., Bloigu, S., Hamalainen, E., Fotsis, T. and Ollus, A. : Effect of dietary components, including lignans and phytoestrogens on enterohepatic circulation and liver metabolism of estrogens and on sex hormone binding globulin. *J. Steroid Biochem.*, 27, 1135-1144, 1987.

Kim, S.D., Kim, S.H. and Hong, E.H. : Composition of soybean sprout and its nutritional value. *Korea Soybean Digest*, 10(1) : 1-9, 1993.

Kim, S.R., Hong, H. and Kim, S.S. : Some properties and contents of isoflavone in soybean and soybean foods. *Korea Soybean Digest*. 16(2) : 35-46, 1999

Leamml, U.K. : Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of the bacteriophage. *T.4. Nature*, 227, 680, 1970.

Moon, B.K., Jeon, K.S. and Hwang, I.K. Isoflavone contents in some varieties of soybean and on processing conditions. *Kor J. Soc. Food Sci.* 12(4) : 527-533, 1996

Na, Y.A. and Yang, C.B. : Chemical composition, minerals and phytic acid during germination of soybean. *Kor. Res. Inst. Better Living*, 13 : 165-180, 1995.

Wang, H. and Murphy, P.A. Isoflavone composition of American and Japanese soybeans in Iowa: Effects of variety, crop year, and location. *J. Agric. Food Chem.* 42 : 1905-1913, 1994

Yang, C.B. and Kim, Z.U. : Changes in nitrogen compounds in soybean sprout. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 23 : 7-13, 1980.

(2005. 04. 12 접수; 2005. 05. 31 채택)