

저장에 따른 대두의 이화학적 변화와 발아 특성 조사

김수희 · 황인경
서울대학교 식품영양학과

Change of Physicochemical Properties and Sprouting Characteristics of Soybean seed for Storage

Kim, Soo Hee and Hwang, In Kyeong
Department of Food and Nutrition, Seoul National Univ.

Abstract

This study was conducted to characterize quality of the soybean seed harvested in 1989, 1990 and 1991 each and stored in the refrigerator. Storage time did not affect the phytate and total sugar content, whereas longer storage reduced nitrogen solubility index (NSI). There was no difference in amylogram viscosity characteristics of soybean seeds harvested in 1989 and 1990, which was lower than those in 1991. The production yield of soybean sprout and total sprouting rate of soybean seeds harvested in 1989 were 334.8% and 57.4%, respectively, which were lower than those in 1990 and 1991.

I. 서 론

대두는 중요한 단백질 공급원이며 그 가공품은 우리나라의, 식단에서 매우 친숙한 식품이다. 그러나 우리나라의 '91년도 대두 생산량은 233,000톤이며 수입량은 912,000톤으로 자급율은 19% 정도에 지나지 않으며 이 월량은 총공급량의 약 15% 정도를 차지한다¹⁾. 거기에 UR협상으로 인해 수입이 더욱 확대될 전망이므로 국내 생산력 향상을 위한 여러 가지 대책 뿐만이 아니라 고품질의 대두 생산과 이의 적절한 평가방법과 수입품에 대한 품질 평가방법의 확립이 시급한 실정이다.

대두는 재배환경의 조건과 품종 그리고 저장 조건과 기간에 따라 물리, 화학적 및 관능적 품질면에서 많은 차이를 갖게 된다. 표피의 색, 크기, 무게는 물론 물에 침지시켰을 때의 흡수속도, 익힐 때의 취반속도 등의 물리적 성질과 콩나물 재배시의 발아율 및 발아속도에 있어서도 큰 차이가 있다. Narayan 등²⁾은 저장기간이 길어질수록 대두의 수용성질소와 총당의 함량이 낮아졌다고 보고하였다. 또한 대두의 저장기간이 길어질수록 이로 제조한 두부와 우유에서 총 고형분함량과 단백질 함량이 저하된다³⁾고 보고하였다. Yanagi 등⁴⁾은 특히 습도와 온도가 높은 경우 저장기간에 따라 발아력이 많이 감소되었다고 보고하였으며 Sievwright 등⁵⁾은 저장기간과 온도, 상대습도가 높을수록 단백질의 in vitro 소화율이 감소하였다고 보고 하였다. Thomas 등⁶⁾은 대두를 8개월 이상 저장하였을 때 두유로의 단백질의 초기 추출율이 14% 정도 감소하였다고 하였고 Yoshino 등⁷⁾은 40°C에서 저장한 것이 30°C에서 저장한 것보다 더 부

드러운 대두응고물을 형성하였다고 보고하였다. Saio와 Baba⁸⁾는 35°C에서 10개월간 대두를 저장하였을 때 세포구조가 손상되고 전분입자가 없어진 것을 전자현미경으로 관찰하였다. Yao⁹⁾ 등은 저장에 따라 lipoxygenase의 활성이 감소했다고 보고하였으며, 장 등¹⁰⁾은 저장기간이 길어질수록 불포화지방산의 함량은 감소한 반면 포화지방산의 함량은 증가하였다고 보고하였다.

이상에서 대두나 그 가공품은 저장기간 동안의 여러 가지 물리화학적 변화에 따라 수율이나 경제성 등의 문제를 가져오게 됨을 살펴보았다. 그러나 특정한 시기에 수확된 콩을 장기간 저장하며 저장초기, 저장 1년, 2년의 시기에 특성분석을 하려면 실험기간상의 문제가 있어 편의상 본 연구에서는 3년에 걸쳐 같은 장소에서 재배하여 수확된 대두를 저온저장하며 저장기간에 따른 대두의 특성을 살펴보고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

경기도 수원시 소재 작물시험장 전작포장에서 각각 '89, '90, '91년에 재배, 수확하여 작물시험장 저온저장실(5°C, 72%RH)에 저장중인 장염대두를 92년 4월에 분양받아 냉장(5°C, 67%RH) 보관하면서 외견상 흠이 없는 대두만을 선택하여 실험을 실시하였다.

2. 실험 방법

(1) 일반성분 분석

수분, 조단백, 조지방, 및 회분함량은 AOAC 방법¹¹⁾에

준하여 분석하였다.

(2) 종실 무게(seed weight) 측정

대두 100립의 무게를 3반복으로 측정하였다.

(3) 총당함량 측정

총당함량은 Chaplin과 Kennedy¹²⁾의 orcinol-sulfuric acid 분석 방법에 따라 실시하였으며 표준곡선(standard curve)은 서당(sucrose)을 사용해서 구하였고 대두무게에 대한 %농도로 계산하였다.

(4) Phytate 함량 측정

시료 5g에 2.4% HCl 100 ml를 가하여 2시간 동안 교반하여 15,000 rpm에서 원심분리한 후 상층액을 여과지(Whatman No.1)로 여과 하여 Latta 등¹³⁾의 방법에 따라 분석하였다. 음이온 교환수지(AGI-X8, Bio-Rad Lab.)는 1g을 사용하였고 column(1×22 cm)의 효율도 (efficiency)는 sodium phytate를 사용하여 구하였다. 측정된 흡광도는 표준곡선에서 얻은 식을 사용하여 %농도로 환산하였다.

(5) 질소용해도 계수(Nitrogen solubility index : NSI)

NSI 측정은 AACC방법¹⁴⁾에 준하여 실시하였다. 증류수 250 ml에 분쇄한 시료 5g을 넣고 120분간 교반한 후 650 ×g에서 10분간 원심분리하여 상층액의 단백질함량을 microkjeldahl 방법으로 측정하였고 다음식에 의하여 계산하였다.

$$NSI = \frac{\text{Dispersible N}}{\text{Total N}} \times 100$$

(6) 대두분의 Amylogram 특성 측정

27%(dry wt.) 대두분 현탁액 320 ml을 30℃에서 가열을 시작하여 매분 1.5℃씩 95℃까지 상승시켰고 여기서 15분간 온도를 유지한 뒤 다시 40℃까지 냉각시키며 점도를 측정(Brabender (Visco-)Amylogram)하였다¹⁵⁾.

(7) 콩나물 발아 시험

대두 250립을 취하여 사각포트(15×6.5×7 cm)에 치상, 2시간 간격으로 水注하였으며, 25℃에서 6일간 생육한 콩나물의 수율과 발아율을 조사하고 콩나물 100개체에 대해 길이, 무게 및 배축의 폭을 측정하였다. 이 실험을 2반복 실시하였고 콩나물 발아율은 치상된 콩 립수에 대한 발아된 콩의 백분율로 계산하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

일반성분 분석 결과는 다음의 Table 1과 같다.

일반성분은 저장기간에 따라 수분함량이 다소 감소(α=0.05)한 것 외에 별다른 차이를 나타내지 않았다.

2. 종실의 무게

'89년산 장엽대두(100립)의 무게는 24.46g±0.33이었고 '90년산 대두의 무게는 20.23g±0.66이었으며 '91년산 대두는 22.52g±0.05이었다. 이것으로 보아 종실의 무게

Table 1. Proximate analysis of soybeans

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Carbohydrate
'89	7.00	34.70	21.63	4.75	31.92
'90	7.33	34.07	21.02	4.77	32.81
'91	7.84	35.20	21.99	4.67	30.30

Table 2. Brabender viscosgrams of soy flours (Unit:Brabender unit)

Sample	'89	'90	'91
Peak viscosity(P)	243.0	250.5	440.0
Hot paste viscosity(H)	240.0	250.0	420.0
Breakdown(H/P)	3.0	0.5	20.0
Cold paste viscosity(C)	210.0	210.0	250.0
Consistency(C/H)	30.0	40.0	170.0
Setback(C/P)	33.0	40.5	190.0

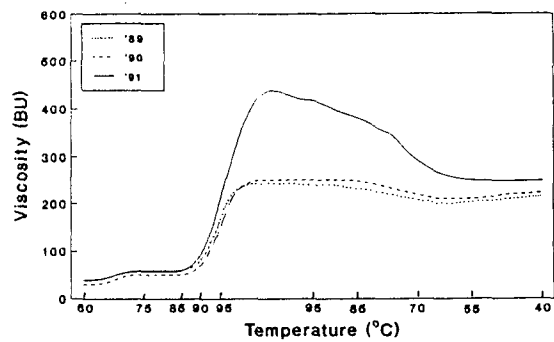


Fig. 1. Amylograms of soybean flours at 27% dispersion in water as affected by storage time

는 재배환경에 더 많은 영향을 받는 것을 알 수 있다.

3. 총당함량

'89, '90, '91년산 장엽대두의 총당함량은 각각 12.4%±0.52, 11.6%±0.49, 12.3%±0.44로 저장기간과 수확시기에 따른 차이를 볼 수 없었다. 한편, Narayan 등²⁾은 저장기간이 길어질수록 감소한다고 보고하였으며 Saio 등¹⁶⁾은 저장기간이 길어질수록 대두침지액에 용출되는 총당함량이 증가하였다고 보고하였다.

4. Phytate 함량

Phytate 함량은 '89, '90, '91년산 각각 0.32%±0.019, 0.31%±0.019, 0.32%±0.016로 저장기간과 수확년도에 상관없이 거의 일정한 값을 나타내었다. 그러나 Sievright 등⁵⁾은 저장온도와 습도가 높을수록 phytate 함량이 감소하였다고 보고하였다.

5. 질소용해도 계수(Nitrogen solubility index : NSI)

Table 3. Yield, sprouting rate, weight, whole length and thickness of soybean sprouts

Sample	Yield (%)	Sprouting rate(%)	Weight(g) (10 e.a.)	Whole length(cm)	Thickness (mm)
'89	334.8	57.4±0.2	9.68±0.54	11.41±1.72	2.15±0.27
'90	382.8	61.8±3.0	8.60±0.35	11.51±1.79	2.10±0.23
'91	376.5	68.2±0.2	9.13±0.55	12.60±2.35	2.08±0.24

NSI는 '89, '90, '91년산 각각 89.92%, 95.78%, 98.46%로 저장기간이 길어질수록 수용성 단백질의 함량이 감소한 것을 볼 수 있었다. 이는 Narayan 등²⁾과 Yanagi 등⁴⁾의 보고와 일치하였다.

6. 대두분의 Amylogram 특성

대두분의 amylogram 측정결과 호화온도는 '89, '90, '91년산 각각 88.5°C, 88.0°C, 86.0°C으로 나타났으며 그 밖의 amylogram 특성 결과는 다음 Table 2와 Fig. 1과 같다.

Fig. 1에서 볼 때 '89, '90년산의 amylogram 점도특성은 별차이를 보이지 않았으나 '91년산과는 큰 차이를 나타내었다. '89, '90년산은 최고점도와 breakdown이 '91년산보다 크게 낮은 것으로 보아 대두 저장시 일정기간이 지나면 전분립의 붕괴가 일어나는 것으로 생각된다. 장등¹⁷⁾도 저장기간이 길어질수록 전분의 점도가 감소하였다고 보고하였다.

이상의 결과에서 전분의 점도 특성 변화는 저장기간에 따라 매우 민감한 것을 볼 수 있었다.

7. 콩나물 발아시험

장엽대두를 발아시킨 결과는 다음 Table 3과 같다. 콩나물의 수율은 '90과 '91년산은 유사하였으나 '89년산은 334.8%로 다소 떨어졌다. 콩나물의 발아율은 저장기간이 짧을수록 높았다($\alpha=0.05$).

배축의 폭은 저장기간에 따라 유의한 차이가 나타나지 않았으나 콩나물의 신장은 '91년산이 12.60 cm로 '89와 '90년산보다 유의($\alpha=0.001$)하게 길었다.

IV. 요 약

'89, '90, '91년산 장엽대두를 냉장보관하면서 저장에 따른 그 품질과 이화학적 특성의 변화를 살펴보았다. 총당함량과 phytate 함량은 수확시기와 저장기간에 따른 차이를 나타내지 않았으며 질소용해도 계수(NSI)는 98.42%에서 89.92%로 저장기간이 길수록 감소하였다. 대두분의 amylogram viscosity 특성은 '89과 '90년산은 거의 유사하였으나 '91년산은 더 높은 최고점도와 break-

down을 나타내었다. 콩나물의 수율은 '89년산이 334.8%로 가장 낮았고 발아율도 57.4%로 가장 낮은 값을 나타내었다.

참고문헌

1. 농림수산통계연보, 농림수산부, p.188(1992).
2. Narayan, R., Chauhan, G.S. and Verma, N.S.: Changes in the quality of soybean during storage. part 1-Effect of storage on some physico-chemical properties of soybean, *Food Chem.* 27: 13-23(1988).
3. Narayan, R., Chauhan, G.S. and Verma, N.S.: Changes in the quality of soybean during storage. part 2-Effect of soybean storage on the sensory qualities of the products made therefrom, *Food Chem.* 30: 181-190(1988).
4. Yanagi, S.O., Galeazzi, M.A.M. and Saio, K.: Properties of soybean in model storage studies, *Agric. Biol. Chem.* 49(2): 525-528(1985).
5. Siewwright, C.A. and Shipe W.F.: Effect of storage conditions and chemical treatments on firmness, in vitro protein digestibility, condensed tannins, phytic acid and divalent cations of cooked blackbeans, *J. Food Sci.* 51(4): 982-987(1986).
6. Thomas, R., deMan, J.M. and deMan, L.: Soybean and tofu properties as influenced by soybean storage conditions, *JAACS*, 66(6): 777-782(1989).
7. Yoshino, U., Iwasaki, Y., Okubo, M. and Okuyama, T.: Effects of storage conditions on soybean protein, *J. Jap. Soc. Fd. Sci. Tech.* 24(10): 526-529(1977).
8. Saio, K. and Baba, K.: Microscopic observation on soybean structural changes in storage, *J. Jap. Soc. Fd. Sci. Tech.* 27(7): 343-347(1980).
9. Yao, J.J., Wei, L.S. and Steinberg, M.P.: Effect of maturity on chemical composition and storage stability of soybeans, *JAACS* 60(7): 1245-1249(1983).
10. 장영상, 조경연, 장학길, 대두 및 대두분 저장중 지방질의 변화, *한국식품과학회지*, 19(4): 305-310(1987).
11. A.O.A.C.: Association of official analytical chemists, 15th ed., Washington D.C. (1990).
12. Chaplin, M.F. and Kennedy, J.F., Carbohydrate analysis. ILL PRESS. p. 38-39.
13. Latta, M. and Eskin, M., A simple and rapid colorimetric method for phytate determination, *J. Agric. Food Chem.* 28(6): 1313(1980).
14. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 18th ed. AACC, Inc., 46-23(1983).
15. Leelavathi, K., Indrane, D. and Sidhu, J.S.: Amylogram pasting behavior of cereal and tuber starches, *Starch* 39(11): 378-381(1987).
16. Saio, K., Nikkuni, Ando, Y., Otsuru, M., Terauchi, Y. and Kito, M.: Soybean quality changes during model storage studies, *Cereal Chem.* 57(2): 77-82(1980).
17. 장학길, 유양자, 한명규, 대두 저장조건이 두부품질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 19(4): 382-386(1987).