

大豆 貯藏條件이 두부品質에 미치는 影響

張鶴吉·柳良子*·韓明奎**

농촌진흥청 농촌영양개선연수원, *세종대학 가정학과
**대한유도대학 스포츠영양학실

Influence of Soybean Storage Condition on Soybean Curd Quality

Hak-Gil Chang, Yang-Ja Yoo* and Myung-Kyoo Han**

Rural Nutrition Institute, Rural Development Administration, Suweon

* Department of Home Economics, King Sejong University, Seoul

** Department of Sports Nutrition, Korea Yudo College, Yongin

Abstract

Changes of proteins of whole soybean and soy flour stored under different conditions of humidity (RH 65% and 85%) and packing material (HDPE and OPP/Al/PE film) for 90 days and their influence on formation of soybean curd were investigated. The water holding capacity, total nitrogen, soluble nitrogen, pH and Amylograph viscosity of whole soybean and soy flour were rapidly decreased during storage at high relative humidity. Furthermore, such quality changes were accompanied by considerable differences in final quality of soybean curds; lower volumes of soybean curds. Under the conditions of HDPE and OPP/Al/PE film packing, smaller changes were observed in protein quality than those without packing.

서 론

大豆蛋白質의 溶解度에 의한 분별은 Smith와 Circle⁽¹⁾에 의해 pH와 溶解度의 관계가 구명되므로써 체계화된 이후 gel형성에 미치는 상호 관련된 요인들 즉 단백질농도, 처리시간, pH, 염류, 산화환원 및 효소 등의 영향에 대하여서도 Circle등⁽²⁾과 Frank와 Circle⁽³⁾등에 의해서 광범위하게 연구되었다.

大豆蛋白質의 gel형성과 관련된 연구는 상당히 축적되어 있는데, Wang⁽⁴⁾, 三浦와 米安⁽⁵⁾ 및 橋詰등⁽⁶⁾은 두부의 제조시 豆乳의 제조조건 또는 방법에 대하여, Hackler와 Stillings⁽⁷⁾, Johnson과 Willson⁽⁸⁾ 및 Smith⁽⁹⁾는 大豆品種에 따른 두부收率, 물성특성에 대하여 Lee와 Rha⁽¹⁰⁾, Sai⁽¹¹⁾ 등은 두부組織과 微細構造간의 관계 등에 대하여 보고하였다.

本 研究에서는 大豆粉의 시판과 관련하여 貯藏中 두부加工適性を 조사하고, 아울러 저장방법을 개선코자 포장재료에 관한 실험을 실시한 바 그 결과를 보고한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 大豆品種은 '85년도산 장엽콩으로 作物試驗場으로 부터 분양받아 정선하여 사용하였으며, 大豆粉의 제조는 roller mill을 이용하여 40 mesh 이상으로 분쇄하여 재료로 하였다.

포장재료로서는 OPP/Al/PE(Oriented Polypropylene/Al/Polyethylene) 20 μ film과 HDPE(High Density Polyethylene) 30 μ film을 사용하였다.

저장

大豆와 大豆粉은 각각 300g씩 OPP/Al/PE film과 HDPE film에 넣고 밀봉한 후 溫度 25°C, 濕度 65% RH(Relative Humidity)와 85% RH에서 90일간 暗所에 저장하면서 30일 간격으로 성분의 변화 및 加工適性を 조사하였다.

수분흡수력

수분흡수력은 大豆의 경우에는 시료 5g을 평량하여 5배의 증류수를 첨가하고 15°C에서 24시간 浸漬한 다음 여과하여 최초의 수분함량을 기준으로 무게의 증가에 의해 측정하였다. 大豆粉은 시료 3g을 원심분리관에 넣고 5배의 증류수를 첨가한 후 15°C에서 24시간 방치하여 3,000rpm에서 15분간 원심분리시킨 후 평량하여 측정하였다.

전질소 및 수용성질소

전질소는 micro-kjeldahl법으로 측정하였으며, 수용성질소는 시료 5g을 취하여 300ml Erlenmeyer flask에 넣고, 200ml의 증류수를 가하고 30°C에서 2시간 진탕한 후 일부를 취하여 10분간 1,500rpm으로 원심분리시킨 후 여과하여 전질소분석법과 동일하게 측정하여 추출질소 %로 환산하였다.

大豆澱粉의 Amylograph 특성

AACC방법⁽¹²⁾에 준하여 大豆粉 120g에 증류수 450ml을 첨가시킨 현탁액을 25°C에서 가열을 시작하여 매분 1.5°C 상승시키면서 호화온도, 최고온도 및 최고점도를 조사하였다.

大豆蛋白質의 gel 형성력

시료 200g에 12배량의 물을 첨가하여 97°C 이상에서 5분간 가열한 후 나일론포로서 여과하여 豆乳를 분리하였다.

豆乳의 응고제로서 calcium sulfate(무수)5g을 첨가하고 75~80°C에서 10분간 가열하여 gel을 형성시킨 후

성형틀(14.5×11.5×17.0cm)에 붓고 23.9g/cm²의 압력으로 10분간 압착하여 얻어진 두부의 응고收率을 조사하였다.

결과 및 고찰

상대습도에 따른 大豆 및 大豆粉의 수분흡수력은 Fig. 1, 2와 같이 저장중 흡습으로 인한 수분흡수력의 변화는 상대습도에 따라 큰 차이가 있었으나 사용한 포장재료간에는 유의적인 차이가 없었다. 즉 無包裝의 경우를 보면 65%의 상대습도에서는 짧은 기간내에 수분흡수력이 급격히 저하되었는데, 특히 85% RH에서는 大豆와 大豆粉의 수분흡수력은 전형적인 sigmoid형태로서 다소 차이는 있었으나 유사한 양상을 띠었다.

그러나 HDPE 또는 OPP/Al/PE film을 포장재료로 사용시는 비록 상대습도에 따라 다소 변화가 있었으나 유의적인 차이는 없었다.

전체적으로 大豆 및 大豆粉의 저장에 따른 수분흡수력은 수분함량이 증가됨으로써 감소되는 현상을 보였다. 이와 관련하여 堤忠⁽¹³⁾ 등의 결과를 보면 大豆는

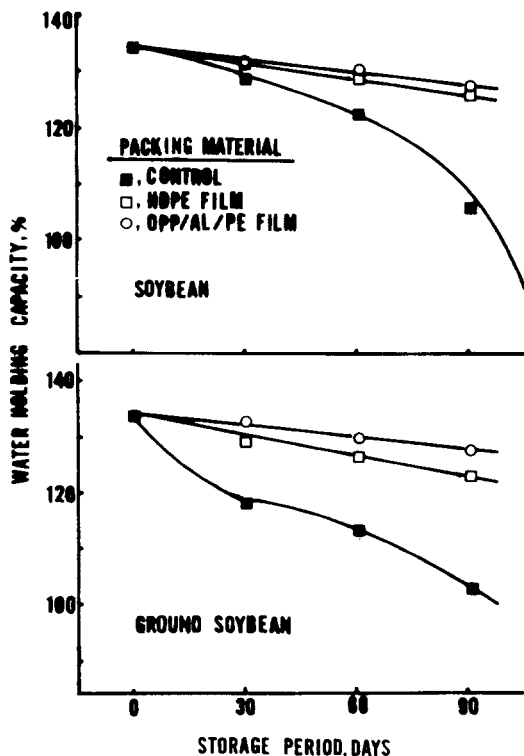


Fig. 1. Changes in water holding capacity of whole soybean and soy flour during storage (65% RH at 25°C)

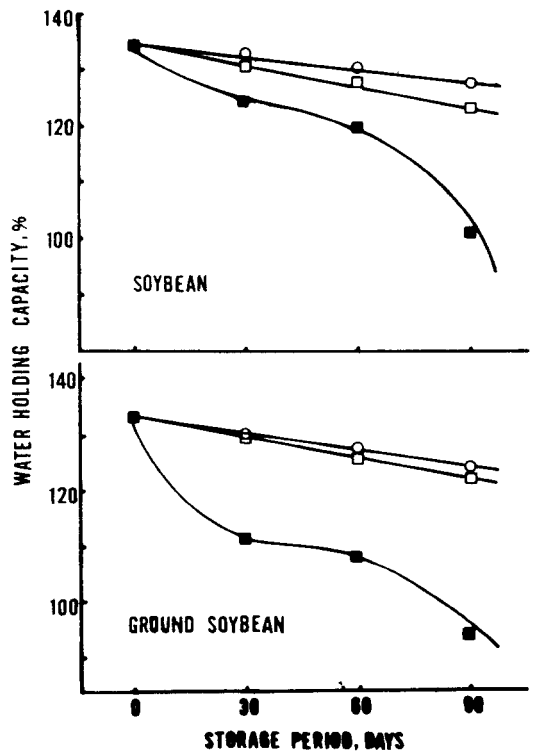


Fig. 2. Changes in water holding capacity of whole soybean and soy flour during storage (85% RH at 25°C). Packing material designated as in Fig. 1

품종 또는 재배환경에 따라 구성성분, 組織에 큰 차이가 있는데, 이와 같은 특성들이 平均水分特性은 물론 貯藏適性과 가공조건에 절대적인 영향을 미친다고 하였으며, 특히 大豆를 분쇄하였을 때는 흡습에 특이성을 갖는다고 하였다.

저장중 pH의 변화는 Fig.3에서 보는 바와 같이 65% RH에서는 大豆粉의 경우, pH 6이상 유지되었으나 85% RH에서는 無包裝의 경우 pH 5.2까지 급격히 저하되었다. 즉 포장재료를 사용함으로써 pH의 변화는 감소되었는데, 특히 저장시 상대습도를 낮춤으로써 pH의 변화는 더욱 감소되었다.

McWatters와 Cherry⁽¹⁴⁾에 의하면 大豆蛋白質의 경우 pH가 globulin의 등전점에서 벗어날 수록 많이 추출되고 등전점 부근인 pH 4~5에서는 가장 적게 추출되어 단백질의 약 10%정도만이 추출된다고 하였는데, 이는 大豆 저장시 pH가 낮아지므로 大豆의 이용을 크게 제한시키게 됨을 알 수 있다.

이와 관련해 볼 때 大豆粉 저장시 pH의 급격한 저하를 막기 위해서는 OPP/Al/PE film 등의 耐吸濕性 포장은 필수적임을 알 수 있다.

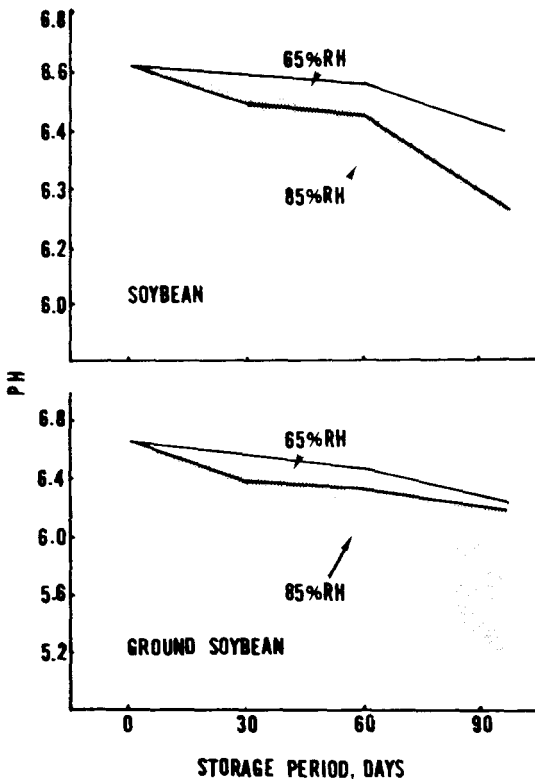


Fig. 3. Changes in pH of whole soybean and soy flour during storage

大豆 저장중 질소화합물의 변화는 Fig.4, 5와 같다. 大豆의 전질소 변화를 보면 저장중 계속적으로 감소되어 65% RH와 85% RH에서 無包裝의 경우는 90일간 각각 4.8%, 8.7%로 습도가 높으므로 전질소의 감소도 증가되었다. 이와 같은 현상은 大豆粉의 경우 더욱 심하여 85% RH에서 無包裝의 경우에는 9.1%까지 감소되었으나, 포장재료로서 HDPE와 OPP/Al/PE film을 사용하였을 때는 극히 변화가 적었다.

이러한 저장중 질소의 감소율은 질소 절대량의 손실을 의미하는 것으로 大豆蛋白質을 이용하는 측면에서도 大豆粉 저장시 OPP/Al/PE film의 사용은 바람직한 것으로 생각된다.

수용성 蛋白質態窒素는 大豆中 전질소의 85% 이상으로, 저장기간에 따른 이들의 변화를 보면 大豆의 경우 65% RH, 85% RH, 大豆粉의 경우 65% RH에서는 모두 비슷한 변화양상을 보였으나, 85% RH에서 無包裝상태의 大豆粉은 90일간 급격히 감소되었는데 이는 높은 습도와 산소의 접촉으로 pH의 저하 및 protein aggregation에 의한 것으로 생각된다. 특히 이와같은 수용성 질소의 급격한 감소는 미생물에 의한 변질도 그 원인의 하나라고 생각된다.

이와 같이 저장중 단백질이 변화하는 동안 大豆澱粉의 특성을 검토한 바 Amylograph에 의한 전분의 점도

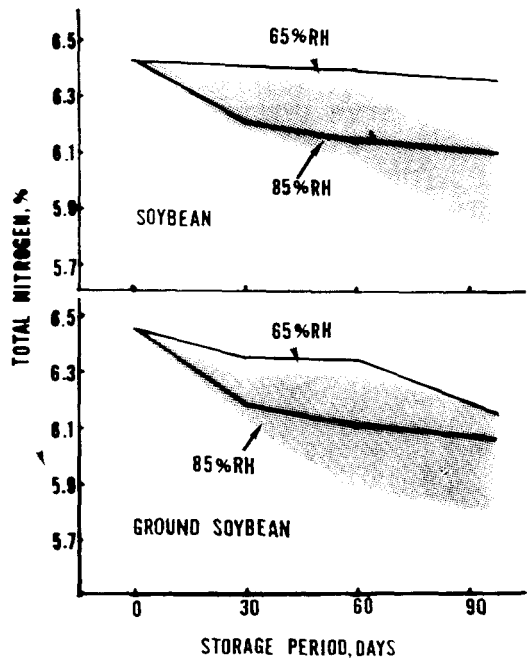


Fig. 4. Changes in total nitrogen content of whole soybean and soy flour during storage

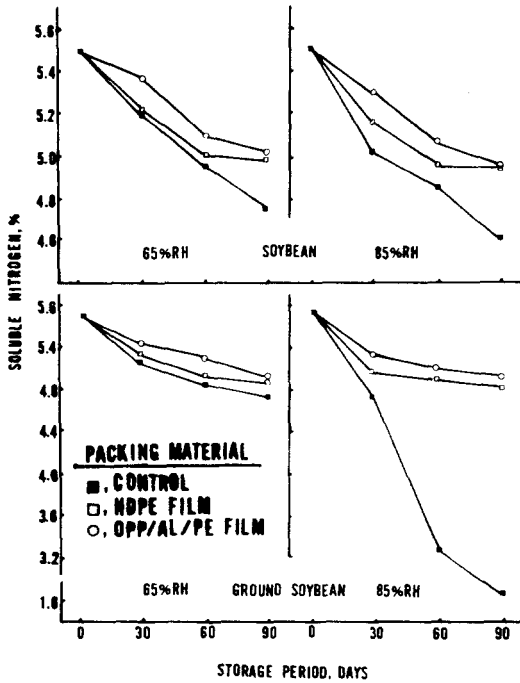


Fig. 5. Changes in soluble nitrogen content of whole soybean and soy flour during storage

는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 저장상태습도, 포장재료 및 저장기간에 따라 현저한 차이가 있었다. 즉, 大豆粉을 HDPE 또는 OPP/Al/PE film으로 포장하여 저장하는 경우는 저장상태습도에 거의 영향을 받지 않았으나, 無包裝의 경우는 습도에 따라 전분의 점도변화가 컸으며, 특히 85% RH에서는 저장 90일에 100BU까지 감소되는 현상을 보였다. 大豆의 경우는 大豆粉에 비하여 다소 변화는 작았지만 저장기간이 증가함으로써 역시 전분의 점도가 낮아지는 현상은 같았다.

한편 initial gelatinization temp.도 저장기간이 증가함에 따라서 낮아지는 경향이 있었는데, 이상의 결과로 미루어 보아 대두저장중 蛋白質뿐만 아니라 전분도 amylase 등의 효소작용에 의하여 전분의 특성이 변형되었음을 알 수 있다.

이상의 결과에서 보듯이 大豆 또는 大豆粉 저장시 수분함량의 증가, pH의 감소 또는 질소함량의 감소는 Table 1.에서와 같이 豆乳의 응고收率(豆腐收率)에 지대한 영향을 미치게 된다. 즉 供藏材料의 calcium sulfate에 의한 gel 응고력은 大豆의 저장형태, 저장기간, 습도, 포장재료에 따라 큰 차이가 있었으며, 특히 大豆粉을 無包裝의 상태에서 저장할 경우 저장 60일에 응고收率이 48% 밖에 되지 않았으며, 90일에서는 응고조차 되지 않았다.

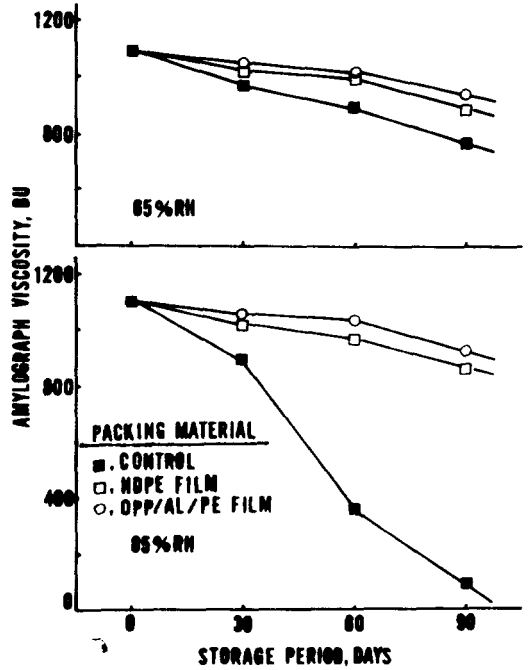


Fig. 6. Changes in Amylograph viscosity of whole soy flour during storage

Table 1. Changes in soybean curd yield of whole soybean and soy flour during storage (stored at 25°C and 85% RH)

	Packing material	Storage period, days			
		Before storage	30	60	90
Whole soybean	Control	650(100)*	590(91)	517(80)	250(39)
	HDPE		590(91)	520(80)	425(65)
	OPP/Al/PE		600(92)	550(85)	510(79)
Soy flour	Control		520(80)	310(48)	None**
	HDPE		610(94)	480(74)	410(63)
	OPP/Al/PE		610(94)	530(82)	490(75)

Unit: Soybean curd yield, g per soy flour, 200g.

* () : Index

** None: No coagulation.

이와 같은 결과는 수용성 질소의 감소, 大豆脂肪의 산패로 인한 pH의 저하가 가장 큰 원인인 것으로 알려져 있는데, (15) 본 실험의 결과로 보아 저장방법에 따라 gel 응고收率에는 현격한 차이가 있어 堀忠一 등(13)이 밝힌 바와 같이 大豆의 저장조건과 加工適性은 동시에 검토되어야 한다고 생각된다.

요 약

대豆 및 大豆粉 저장중 단백질특성에 미치는 영향을 經時的으로 검토하였다.

大豆 및 大豆粉의 저장중 수분흡수력은 수분함량이 증가됨으로써 감소되었다. 저장중 pH의 변화는 65% RH에서는 大豆粉의 경우 pH 6이상 유지되었으나 85% RH에서는 pH 5.2까지 급격히 저하되었다. 大豆 저장중 전질소 및 수용성 질소는 저장기간에 따라 계속 감소되었으며, 大豆粉을 85% RH에서 無包裝 상태로 저장하였을 때 수용성 질소는 70%이상 감소되었다. 저장중 HDPE 또는 OPP/Al/PE film을 사용함으로써 수분 및 pH의 변화가 감소되었으며, 전질소와 수용성 질소의 변화도 감소되었다. 저장중 大豆澱粉의 Amylograph점도와 호화온도는 저장습도 및 포장재료에 따라 큰 차이가 있었다.

저장중 大豆 및 大豆粉 추출물의 calcium sulfate에 의한 응고력은 저장형태(大豆 또는 大豆粉), 저장기간, 습도 및 포장재료에 따라 큰 차이가 있었으며, 특히 大豆粉은 無包裝 상태에서 90일 저장시 응고가 되지 않았다.

문 헌

1. Smith, A.K. and Circle, S.J. : *Ind. Eng. Chem.*, **30**, 1414(1938)

2. Circle, S.J., Catsimpoalas, N. and Meyer, E.W. : *51st Annual Meeting, AACC*(1966)
3. Frank, S.S. and Circle, S.J. : *Food Tech.*, **13**, 307 (1959)
4. Wang, H.L. : *Food Tech.*, **21**, 799(1967)
5. 三浦芳助, 米安實 : *日本食品工業學會誌*, **29**, 45 (1982)
6. 橋詰和宗, 自鳥誠, 中村則子, 渡邊篤二 : *日本食品工業學會誌*, **22**, 38(1975)
7. Hackler, L.R. and Stillings, B.R. : *Cereal Chem.*, **44**, 70(1967)
8. Johnson, L.D. and Willson, L.A. : *J. Food Sci.*, **49**, 202(1980)
9. Smith, A.K., Watanabe, T. and Nash, A.M. : *Food Tech.*, **14**, 332(1960)
10. Lee, C.H. and Rha, C.K. : *J. Food Sci.*, **43**, 79 (1979)
11. Sai, K. : *Cereal Food World*, **24**, 342(1979)
12. American Association of Cereal Chemists : *Cereal laboratory methods*, The Association St. Paul, Minnesota(1969)
13. 堤忠一, 小泉英夫 : *食糧研*, **21**, 1(1966)
14. McWatters, K.H. and Cherry, J.P. : *J. Food Sci.*, **44**, 1444(1977)

(1987년 5월 21일 접수)