KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 17, *No.* 6 (1985)

루핀콩과 대두의 미세구조에 관한 비교 연구

이철호 · 김정교

고려대학교 식품공학과

Microstructure of Lupin Seed;a Comparative Study With Soybean

Cherl-Ho Lee and Jeong-Kyo Kim

Department of Food Technology, Korea University, Seoul

Abstract

The structure of the seed of *Lupinue angustifolius* was studied in order to investigate the Food quality of lupin seed in comparision with soybean. The cotyledonary cells of lupinseed was in egg-like shape and much (more than 4 times) larger than those of soybean. The microstructure of cotyledonary cells of lupinseed was characterized with thick cell wall having distinct pit-pairs. The protein bodies in lupinseed cotyledon cell contained numerous crystaloids, which was absent in soybean. The middle lamella of soybean cell was partially disintegrated by excessive heat treatment (120°C, 20 min), whereas those of lupinseed did not change much by heting at 120°C for 130 min.

서 론

루핀콩은 두과식물에 속하는 Lupinus의 종실로서 그 원산지는 서북 아메리카주 및 지중해연안으로 알려져 있으며 남미를 비롯한 호주, 지중해연안에서 오래전부터 식용작물로 재배되어 왔다. 루핀콩의 재래종은 1 - 3%의 알칼로이드를 함유하고 있어서 대단히 쓴맛을 내지만 장기간 물에 울려내거나 끓여서 쓴맛을 제거한 후 식용으로 사용해 왔다. 그러나 1930년대초에 독일의 유전학자들이 여러가지 루핀을 선별, 육종하여 그 알카로이드 함량을 0.02% 이하로 감소시킨 sweet lupin을 개발하였고 호주에서는 이 원종을 이용하여 메마르고 가벼운 토질에 적응할 수 있는 ***Lupinus angustifolius***를 개량, 육종하여 대단위 재배를 시도하고 있다.[1] 이 ***Lupinus angustifolius***의 종실은 외관과 성분조성이 대두와 유사하므로 그 식량적 가치가 크게 기대되고 있다. 따라서 본 연구에서는 호주에서 재배된 ***Lupinus angustifolius***에서 얻은 루핀콩의 성상, 성분조성을 대두와 비교연구하였다.

재료 및 방법

재료

루핀(***Lupinus angustifolius***)콩은 서호주의 Grain Pool로 부터, 대두(***Glycin Max*** L.)은 서울의 시중에서 구입하였으며 실온에서 저장되었다.

시료의 무게측정

시료콩의 평균무게는 시료중 무작위로 20개를 취하여 그 무게를 각각 측정하였으며 껍질과 알맹이(Kernel)를 분리하여 각각 그 무게를 측정하였다.

시료의 화학성분 측정

원료콩은 cutting mill로 분쇄하여 105℃에서 건조하여 수분을 측정하였으며, 조단백질은 microkjeldahl 법으로, 조지방은 soxhlet법으로 측정하였다.[2] 회분의 량은 550℃에서 회화시켜 구하였으며 당질은 Bertrand법으로 구하였다.[3]

침지 및 가열

100g의 원료에 500ml의 물을 가하고 25℃에서 하룻밤 침지한 콩을 3분동안 배수한 후 100℃에서 취반하였으며 100℃ 이상에서는 autoclave에서 가열하였다.

미세구조 관찰

물에서 침지한 날콩과 취반된 콩을 배수하여 표면의 물기를 없애고 콩자엽부를 작은 조각(0.5mm^3)으로 절단한 후 5% 당을 함유한 2% glutaraldehyde용액으로 4℃에서 하룻밤 동안 전고정하였다. 전고정된 시료조각들은 0.1M 인산완충용액(pH6.7)으로 여러번 세척하여 고정액을 완전히 제거하고 2.5%당을 함유한 1% OsO_4용액으로 1시간 동안 후 고정하였다. (모든 고정액은 0.1M인산완충용액으로 만든다). 역시 인산완충용액으로 3회 세척한 후 aceton과 metanol로 탈수하였다. 탈수과정은 아래와 같았다.

30% alcohol → 40% → 50% → 60% → 70% → 80% → 80% alcohol + 80% aceton(1 : 1) → 80% aceton → 90% → 100%(1차) → 100%(2차 세척)

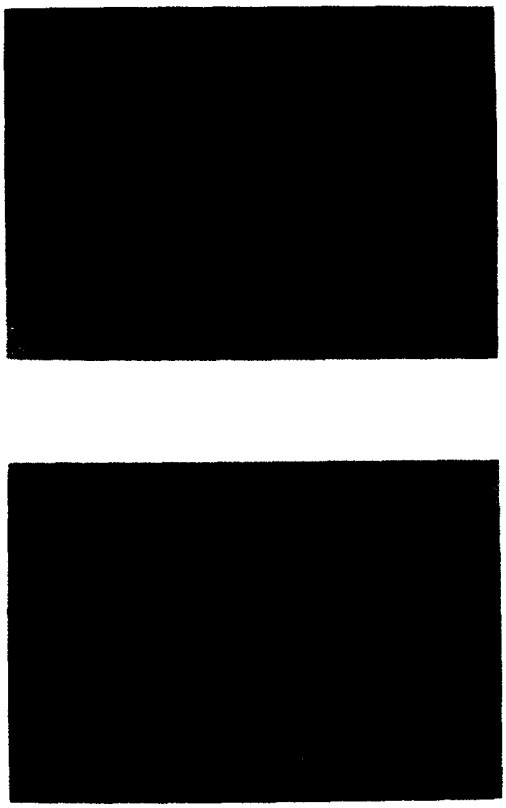
위의 각각의 탈수단계에서 매회 5~6분 정도 탈수하고 이를 3~4회 반복하였다. 탈수된 시료조각들은 100% acetone : 100% epon-araldite(1 : 1) 용액에서 30분 동안 침지된 후 epon-araldite혼합용액[3,4] 으로 옮겨졌다. Rotary mixer에서 하룻밤동안 흔들어 주어 embedding용액이 시료조각에 완전히 스며들게한 후 신선한 epon용액으로 2회 정도 바꾸어 주었다. 신선한 epon용액으로 바꿀때는 매회 진공건조기나 주사기로 용액속의 공기를 완전히 제거하였다. silicon capsul에 시료와 embedding용액을 넣고 65℃에서 28시간 동안 incubation하였다. 이와같이 만들어진 epon block 을 LKB ultrotome으로 16~18μm두께로 자른 후 다음과 같이 염색하여 광학현미경으로 검경하였다.[4]

1) 지질; Sudan black B를 용해시킨 50%에탄올 포화용액에서 5분 동안 염색하였다. (지질 성분은 고정時 OsO_4에 의해서도 염색된다).

2) 다당류; 0.5% periodic acid용액으로 반응시킨 후 schiff용액으로 약 20분 동안 염색하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1은 루핀콩과 대두의 겉모양을 보여주고 있다.



1-b; cooked beans

Fig. 1. Appearances of soybean and lupin seed

Table 1. Average weight and percent of seed coat of soybean and lupin seed

Beans	Ave wt of seed (g)	% seed coat
Lupin seed	0.17	22.4
Soybean	0.23	6.6

Table 2. Chemical compositions of lupin seed, seed coats and kernels (%) (dry basis)

	Moisture	Crude protein	Crude fat	Ash	Total Sugars	Crude fiber
Seed	10.88	31.32	7.87	2.71	36.66	21.44
Seed coat	9.86	2.37	1.38	2.89	35.0	58.36
Kernel	11.53	39.72	8.07	2.31	29.16	20.74

루핀콩은 대두에 비해 크기는 약간 작으며 두꺼운 콩 껍질을 갖고 있다. 루핀콩의 껍질무게는 전체콩의 22.4 %였으며 대두의 6.6%에 비하여 껍질의 양이 컸다(표 1).

표 2에서 전체 루핀콩, 껍질 및 알맹이(kernel) 의 화학성분이 제시되었다. Smith[5] 등의 보고에 의한 대두의 일반성분과 비교하면, 루핀콩의 껍질부분에는 대두에 비해 단백질이 적게 함유되어 있으며 탄수화물의 양은 많았다. 대부분의 단백질과 지질은 루핀콩의 알맹이(kernel)에 포함되어 있었다.

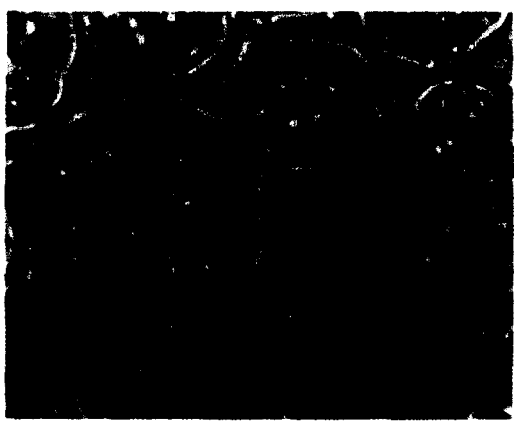
Fig. 2는 PAS염색한 대두자엽구조로써 각 온도별로 취반하였을때의 미세구조를 보여주고 있다. 세포벽과 전분입자의 작은 혼적들이 PAS염색에 의해 적색으로 염색되었으며(Fig. 2-a) 가열에 따라 세포내간질(cytoplasmic network)의 변형이 진행되었으며 세포벽과 세포질과의 plasmolysis가 관찰되었다(Fig. 2-b). 높은 온도로 가열됨에 따라 세포내 구성성분인 protein body와 세포질등의 변형, 붕괴가 수반되었으며 120℃ 취반 時에는 세포벽의 파괴가 두드러졌다. (Fig. 2-d).

Fig. 3은 PAS염색한 루핀콩의 자엽구조이다. 역시 세포벽이 붉게 염색되었으며 대두에 비해 현저하게 두꺼운 세포벽을 갖고 있었다. 이 세포벽이 가늘어진 곳에서 pit-pair가 관찰되었다. (Fig. 3-a). 이 pit-pair에서 plasmodesmata가 세포벽을 통과하는 것으로 알려져 있다. 루핀콩은 Saio등[6]에 의해 연구된 winged bean과 매우 유사한 세포벽구조를 보여 주었다.

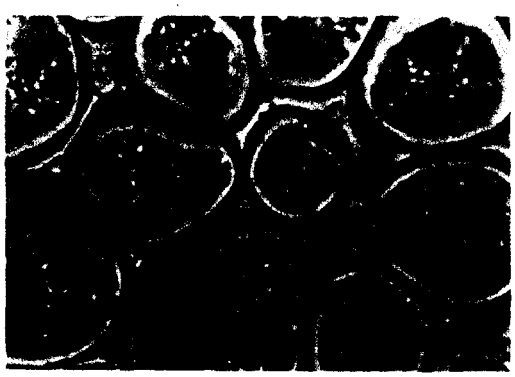
Fig. 3-b에서는 OsO_4에 의해 검게 염색된 油滴이 관찰되었으며 Fig. 3-c에서 현저한 plasmolysis를 볼수 있다.

루핀콩의 자엽세포도 대두에서와 같이 취반이 진행됨에 따라 세포내 구성성분의 변형이 수반되었으며 Fig 3-d에서와 같이 120℃에서 장시간 취반했을 때에도 세포벽의 손상이 발견되지 않았으며, middle lamella의 파괴없이 세포와 세포가 분리하지 않고 밀착된 본래의 세

2-a; raw soybean cotyledon cells (x 300)



2-c; cotyledon cells cooked at 110°C for 30 min. (x 300)



2-b; cotyledon cells cooked at 100°C for 120 min. (x 300)

2-d; cotyledon cells cooked at 120°C for 24 min. (x 100)

Fig. 2. Micrographs of soybean cotyledonary tissues stained by periodic acid-Schiff reagent

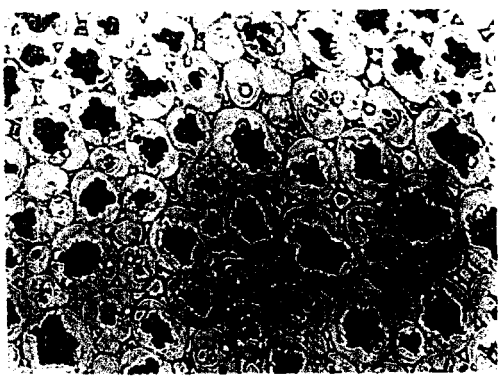
포구조를 유지하였다.

Fig. 4는 Sudan block B로 염색한 대두자엽의 미세구조이다. Sudan black B는 protein body를 제외한, spherosome이 있는 세포내간질을 검은 녹색으로 염색하였다(Fig. 4-a). PAS염색에서와는 달리, plasmolysis가 일어난 세포의 세포벽과 세포질 사이의 간격이

3-a; raw lupin seed cotyledon cells (x 100)

3-c; cotyledon cells cooked at 110°C for 50 min. (x 300)

3-b; cotyledon cells cooked at 100°C for 180 min. (x 300)



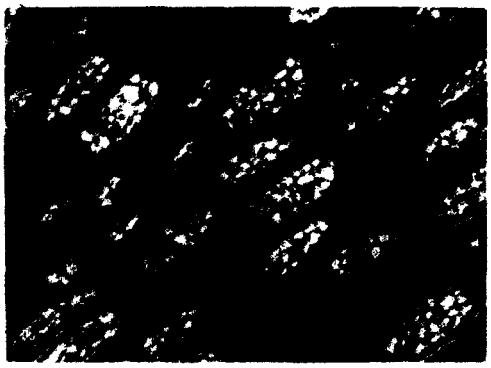
3-d; cotyledon cells cooked at 120°C for 134 min. (x 100)

Fig. 3. Micrographs of lupin seed cotyledonary tissues stained by periodic-Schiff reagent

4-a; raw soybean cotyledon cells. (x 300)

4-b; cotyledon cells cooked at 100°C for 120 min. (x 300)

4-c; cotyledon cells cooked at 110°C for 50 min. (x 300)



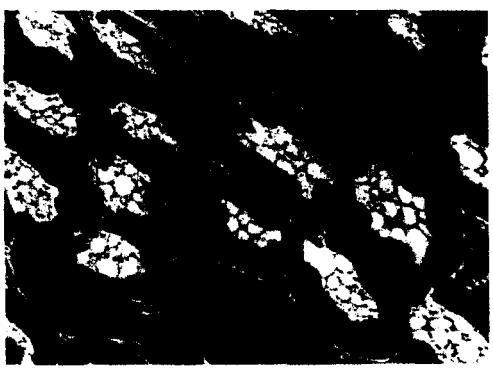
4-d; cotyledon cells cooked at 120°C for 24 min. (x 100)

Fig. 4. Micrographs of soybean cotyledonary tissues stained by Sudan black B

5-a; raw lupinseed cotyledon cells. (x 300)

5-c; cotyledon cells cooked at 110°C for 50 min. (x 300)

5-b; cotyledon cells cooked at 100°C for 180 min. (x 300)



5-d; cotyledon cells cooked at 120°C for 134 min. (x 100)

Fig. 5. Micrographs of lupin seed cotyledonary tissues stained by Sudan black B

Sudan black B에 의해 진하게 염색되었으며(Fig. 4-b, 4-c) 따라서 이 부분에 지질성분이 용출된 것으로 여겨진다.

Fig. 5는 Sudan black B로 염색한 루핀콩자엽의 구조를 보여주며 역시 세포간질이 염색되었다. Fig. 5-a에서 볼수 있듯이 루핀콩의 protein body는 많은 crystaloid를 포함하고 있다. 이 crystaloid, 혹은 globoid는 많은 phytate와 금속이온을 함유하고 있으며 이러한 성분의 저장소로서 crystaloid가 protein body 안에 존재하는 것으로 알려져 있다.[7] Peanut, cottonseed, sunflower seed와 같은 oilseed의 protein body 들은 이러한 crystaloid를 다량 포함하는 것으로 알려져 있으나[7] 같은 oil seed인 대두의 protein body는 이러한 crystaloid를 포함하지 않았다(Fig. 4-a).

대두에서와 마찬가지로 세포의 세포벽과 세포질 사이의 부위가 Sudan black B에 의해 진하게 염색되었으며(Fig. 5-b), 열처리에 따른 세포내 물질의 변형이 진행됨에 따라 루핀콩의 세포벽의 pit-pair부위에 검은 유적이 관찰되었다. (Fig. 5-b, 5-c, 5-d).

이상에서 관찰된 루핀콩의 특징적인 미세구조는 그 가공특성에 깊은 영향을 미칠 것으로 사료되며 이에 관한 계속적인 연구가 요구되고 있다.

요 약

루핀콩(lupinus angustifolius)의 식품으로서의 가치를 평가하기 위한 형태학적 접근방법의 하나로써 취반時 일어나는 미세구조적 변화를 대두와 비교하였다. 루핀콩은 대두에 비해 두꺼운 세포벽과 pit-pair을 가지며 protein body안에 많은 crystaloid를 포함하고 있어, oil seed인 대두와는 상당히 다른 자엽구조를 보여 주었다.

또한 대두에서는 높은 온도(120℃)로 가열했을때(20분) middle lamella 구조의 파괴와 함께 세포벽의 손상이 명백하였으나, 루핀콩의 경우 120℃에서 장시간(130분) 가열했을 때에도 세포벽의 파괴 및 middle lamella의 파괴없이 본래의 자엽세포 구조를 유지하였다.

문 헌

1. 이철호 : 식품기술, 23(1), 3, (1982)
2. AOAC, Official Methods of Analysis, 13th edition, Washington D.C., (1980)
3. Anderson, W.A. and Andre, J.; *J. Microsc.* (Fr.), 7, 343 (1968)
4. Pearse, A.G.E., Histochemistry, Vol. 1, Churchill Livingston, London, (1968)
5. Smith, A.K. and Circle, S.T.: Soybeans, Chemistry and Technology, AVI Connect. U.S.A. (1972)
6. Saio, K., Nakano, Y. and Uemoto, S.: *J. Food Micros.*, 2, 175 (1983)
7. Lui, N.S.T. and Altschul, A.M.; *Arch. Biochem. Biophys.*, 121, 678 (1967)

Acknowledgment

The pictures were taken at the National Food Research Institute of Japan, Tsukuba, Ibaraki, Japan, with the assistance of Dr.K,yoko Saio.

(1985년 9월 11일 접수)