

냉동팥콩의 저장조건에 따른 물리적 특성 변화

이준호 · 석은주 · 최용희*

대구대학교 식품생명화학공학과, *경북대학교 식품공학과

Physical Changes of Immatured Soybeans as Related to Frozen Storage

Jun Ho Lee, Eun Ju Seog and Yong Hee Choi*

Division of Food, Biological and Chemical Engineering, Taegu University

*Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

Abstract

The effects of frozen storage conditions on the physical changes of frozen immatured soybeans were investigated. Three different varieties (*Keunol*, *Miwon* and *Seoklyang*) of immatured soybeans were frozen in -40°C freezer and stored at -5°C for 7 weeks, at -10°C for 20 weeks and at -20°C for 44 weeks, respectively. Significant differences in the specific gravity of samples were not found; however, hardness and color were significantly different among varieties regardless of storage conditions ($p < 0.05$). Hardness as well as lightness of *Keunol* variety showed the highest value whereas greenness and yellowness of *Miwon* variety showed the highest value regardless of storage temperature. In general, the changes in the specific gravity and hardness were small during storage. As soon as the storage started, lightness significantly decreased as compared with that of control and greenness and yellowness showed a tendency to decrease as storage time progressed.

Key words: frozen storage, immatured soybean, specific gravity, hardness, color indexes

서 론

콩은 단백질 및 지방질이 풍부하게 함유되어 있는 고영양가의 식품으로 오래전부터 특히 동양인에게는 중요한 영양원이 되어왔다(이준호 등, 2000). 또한 콩 단백질에는 곡류의 제한 아미노산인 lysine이 풍부하게 함유되어 있고(Brunsgaard *et al.*, 1994), 탄수화물, 비타민 및 무기질 등을 많이 함유하고 있는 경제적으로 중요한 작물이다(Lee *et al.*, 1998; 정호덕 등, 1999). 특히 아시아 지역에선 약용, 두부용, 장류용, 밥밀콩, 간식용 등으로 다양하게 이용되어 왔다.

특히 냉동팥콩은 일본에서 전채식품(appetizer)으로 그 소비가 꾸준히 증가하고 있으며(Hong *et al.*, 1997), 부족한 수요의 대부분을 대만에서 냉동용 팥콩형태로

수입하고 있는데 총수입가격은 800억원 이상이나 되고 있다(Lee *et al.*, 1998). 대만은 팥콩 수확량의 약 80%를 가공된 냉동팥콩의 상태로 일본에 수출하고 있고, 국내에서도 경북 청송의 영농조합법인 청송지두에서 일본에서 도입한 미원콩을 가공 생산하여 출하하고 있으며, 일본내의 가격이 우리 나라의 가격보다 20-40% 높은 실정이다.

한국의 콩 재배 환경은 기후나 지리적으로 대만에 비해 월등히 좋아 생산성과 품질 면에서 충분한 수출 경쟁력이 있으나, 지금까지는 지두용(나무가지 채로 유통되는 콩)만 생산하였고(이준호 등, 2000) 냉동공장이나 냉동용 팥콩생산 및 가공 저장기술의 개발이 확립되어있지 않은 실정이다(정호덕 등, 1999). 국내에서는 지두용의 팥콩 품종개발은 지속적으로 이루어져 왔으나 냉동용 품종의 개발은 시도된 적이 없고 현재 냉동용 팥콩생산에도 일본에서 도입한 조생종을 이용하고 있다. 조생종은 수량성에서 추대두(이른 가을 수확

Corresponding author : Jun Ho Lee, Division of Food, Biological and Chemical Engineering, Taegu University, Kyungpook 712-714, Korea, Tel.: 053-850-6535.

용)의 60% 수준으로 낮을 뿐 아니라 도입 조생종은 황색종피종인 일반 장콩용이기 때문에 풋콩으로 이용 시 맛이 좋지 않은 단점이 있다. 따라서 냉동용 풋콩은 생산성이 높으면서 동시에 맛이 좋은 고품질의 추대두 중에서 적품종을 선발할 필요가 있고(이준호 등, 2000), 대일 수출전략품목과 고소득 및 대체작목으로의 가공연구가 요구되어 진다(Chiba, 1991; Takahashi, 1991; Hong *et al.*, 1992).

본 연구에서는 3가지 품종의 풋콩을 냉동하고 장시간 저장기간동안 물리적 특성(비중, 경도, 색도)을 측정함으로써 저장온도와 시간이 품종별 냉동풋콩의 품질에 미치는 영향을 조사하여 풋콩의 냉동가공에 필요한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 전처리

본 실험에 사용한 풋콩은 1998년도 8월 경북대학교 부속농장에서 수확한 큰을, 미원 및 석랑품종을 사용하였다. 수확 후 잎을 제거하고 수돗물로 세척한 시료를 2% 소금물에 1분간 침지시킨 다음 82°C 물로 1분간 데치기하였다. 데치기된 시료를 다시 2% 소금물에 1분간 침지시키고 -40°C 급냉실에서 24시간 동안 냉동시킨 후 0°C 물로 ice coating 하고 400 g 단위로 진공포장하였다.

냉동저장 및 해동

진공포장된 시료는 -5°C에서 7주, -10°C에서 20주 그리고 -20°C에서 44주간 저장하였다. -5°C에 저장된 시료는 0, 1, 2, 4, 7주 간격으로, -10°C 저장의 경우 0, 5, 10, 15, 20주 간격으로 그리고 -20°C 저장의 경우 0, 11, 22, 33, 44주 간격으로 시료를 채취하여 물리적 품질변화를 측정하였다. 채취된 시료는 검사전 20°C 물에서 30분간 해동한 후 사용하였다.

비중

콩의 비중은 매 실험마다 시료 10개씩 3회 이상 측정된 평균무게값을 displacement 법으로 측정된 부피로 나누어 계산하였다(Stroshine *et al.*, 1992).

경도

각 조건별로 적어도 20개의 콩을 각각 Instron Universal Testing Machine(UTM, Model 1011, Instron Corp., Canton, MA)을 이용해 측정하고 평균값을 구하였다. 콩을 평판에 올려 놓고 rod형 plunger(직

경 6 mm)를 이용하여 간격이 0.95 mm 될 때까지 압축한 후 얻어진 최대강도값을 각각의 경도(N)로 나타내었다. Crosshead와 chart의 속도는 각각 10 및 5 cm/min을 이용하였다.

색도

색도는 색차계(Chromameter, Minolta Co., CR-200, Japan)를 이용하여 L^* (lightness), $-a^*$ (greenness), b^* (yellowness)값을 각각 12회 이상 반복 측정하여 비교하였다. 측정된 값을 이용하여 ΔE 값을 다음과 같이 계산하여 비교하였다.

통계처리

각 조건별로 측정된 값을 Statistical Analysis System(SAS Inc., 1992) GLM 프로그램을 이용하여 분산분석하고 extended Tukey's test를 이용하여 각 조건의 평균값에 대한 유의적 차이를 검증하였다 ($p < 0.05$).

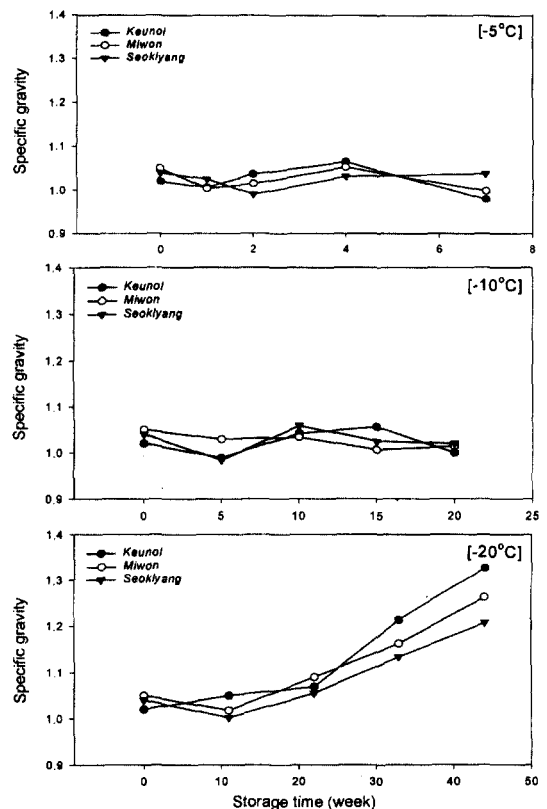


Fig. 1. The effects of storage conditions on the specific gravity of frozen immature soybeans depending on the variety.

결과 및 고찰

비중

품종별 저장조건에 따른 비중의 변화는 Fig. 1에 나타나 있다. -5°C와 -10°C에 저장된 경우 각각의 저장

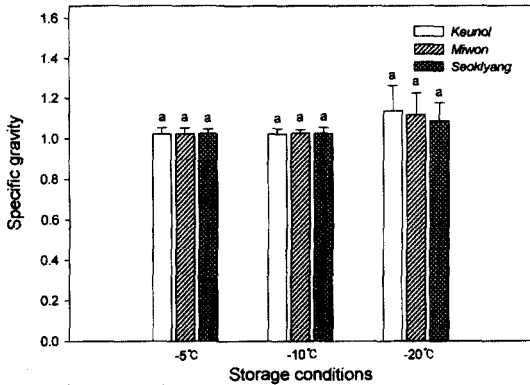


Fig. 2. Comparison of specific gravity of frozen immature soybeans depending on the variety and storage conditions.

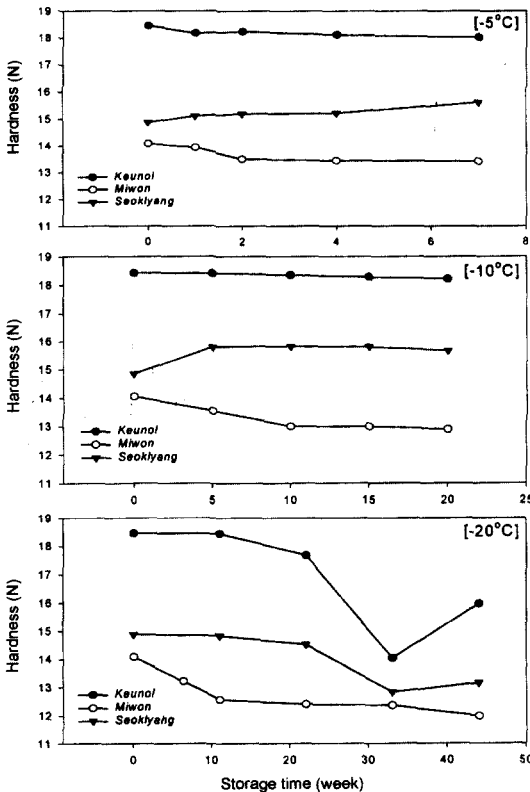


Fig. 3. The effects of storage conditions on the hardness of frozen immature soybeans depending on the variety.

기간(7주, 20주)동안 비중의 변화는 거의 없었고 품종간 유의적 차이도 발견되지 않았다($p>0.05$)(Fig. 2). 품종에 관계없이 -5°C에 저장된 경우 비중의 범위는 0.9663~1.0883 그리고 -10°C에 저장된 경우 0.9567~1.0697으로 나타났다. 전처리과정에서 침지된 콩은 수분함량과 콩표피의 연화 현상을 기인하는 것으로 알려져 있지만(김동희 등, 1990) 본실험의 전처리는 침지시간이 짧고 침지 후 바로 냉동되므로 침지가 수분의 함량에 영향을 주어 비중의 변화를 일으키지는 않은 것으로 사료된다. 반면 -20°C에 저장된 경우 저장기간이 22주를 경과한 후 비중이 다소 증가하는 경향을 볼 수 있다. 이는 저장온도가 낮더라도 저장기간이 길어짐에 따라 팥콩의 물리적 성질에 변화를 가져오는 것을 알 수 있었다.

경도

품종별 저장온도 및 기간에 따른 냉동팥콩의 경도는 Fig. 3에 나타나 있다. 저장온도 및 기간에 상관없이 품종에 따른 경도의 차이는 뚜렷하게 나타났다. 큰울팥콩의 경도가 가장 높았고 다음으로 석량, 미원품종 순으로 나타났다(Fig. 4). -5°C와 -10°C저장의 경우 저장기간 중 경도의 변화는 품종에 따라 약간의 차이를 보이고 있으나 일반적으로 변화가 적은 것으로 나타났다. -20°C 저장의 경우 저장기간이 증가함에 따라 경도가 감소하는 경향을 나타내었으며 그 경향은 큰울팥콩에서 뚜렷하게 나타났다. 특히 22주 이후 큰울 및 석량품종의 경도가 현저하게 감소하기 시작하는 것을 볼 수 있다. 같은 저장기간동안 온도 및 품종별 경도의 변화를 살펴보면 유의적 차이가 없음을 알 수 있으며 저장온도보다는 저장기간이 냉동팥콩의 경도에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다($p<0.05$). 한편,

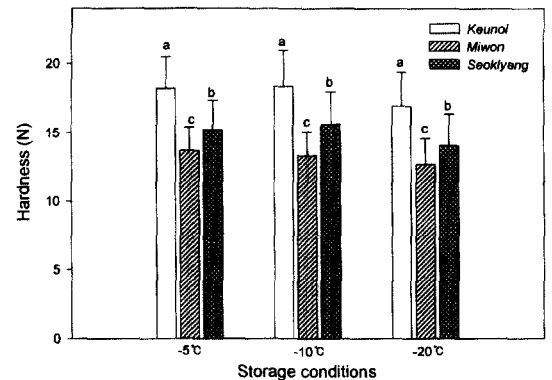


Fig. 4. Comparison of hardness of frozen immature soybeans depending on the variety and storage conditions.

Hung (1985)은 -10°C 에서 12주간 저장된 냉동콩의 경도가 -15°C 에서 같은 기간 저장된 시료에 비해 유의적 차이가 없다고 보고하였으며 본 실험에서도 유사한 경우(예를 들어, -10°C 에서 20주간 저장 vs. -20°C 에서 22주간 저장) 저장온도에 따른 유의적인 경도차이는 발견되지 않았다($p>0.05$).

색도

대표적인 색의 지표로 사용되는 $L^*a^*b^*$ 값의 저장조건에 따른 품종별 유의적 차이는 Fig. 5와 같다. 명도(lightness)를 나타내는 L^* 값의 경우, 저장온도와 관계없이 큰을 및 석량품종간에 현저한 차이를 나타내었으며 큰을품종의 명도가 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 녹색도(greenness)를 나타내는 $-a^*$ 값과 황색도(yellowness)를 나타내는 b^* 값의 경우에도 품종간 유의적 차이를 발견할 수 있었다($p<0.05$). 미원품종의 녹색도는 큰을품종의 녹색도에 비해 저장온도에 관계없이 현저하게 높게 나타났으며, 미원품종의 황색도 역시 다른

Table 1. Color changes of frozen immatured soybean (Keunol) as affected by frozen storage conditions

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Time (week)	L^*	a^*	b^*	ΔE^1
-5	0	65.42a	-18.95b	35.85a	0.00
	1	63.06b	-17.95b	32.77b	3.97
	2	60.58c	-18.59b	34.40ab	5.05
	4	59.65c	-18.11b	32.49b	6.71
-10	7	61.09bc	-14.70a	33.91ab	6.35
	0	65.42a	-18.95bc	35.85a	0.00
	5	60.84b	-19.65c	34.39a	4.83
	10	63.73a	-17.23ab	33.74abc	3.73
-20	15	61.00b	-16.63ab	32.19bc	6.24
	20	58.89b	-15.98a	31.57c	8.17
	0	65.42a	-18.95a	35.85a	0.00
	11	63.23a	-19.90a	34.15abc	3.30
-20	22	64.58a	-18.80a	34.73ab	1.26
	33	63.11a	-19.68a	32.52bc	3.87
	44	63.08a	-18.56a	31.89c	4.58

Means within same temperature condition with the same letter are not significantly different ($p<0.05$).

¹Tukey's test was not done with ΔE values since it was calculated from mean values.

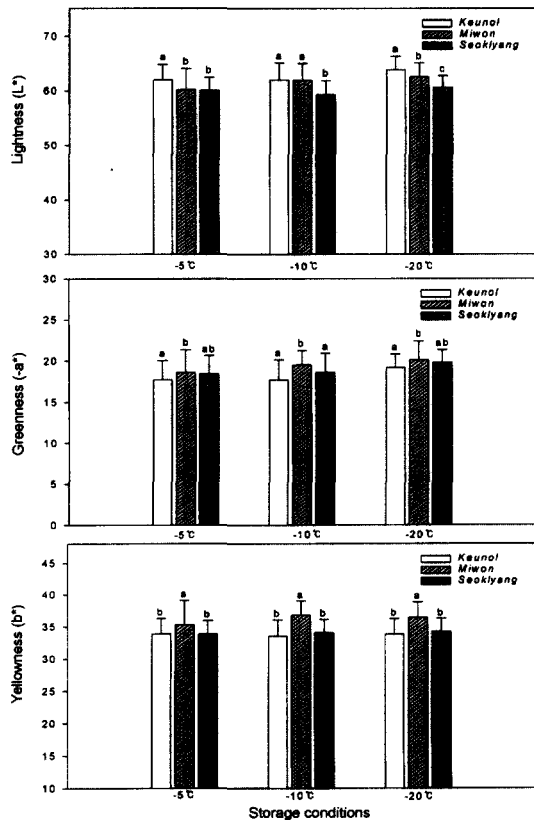


Fig. 5. Comparison of color indexes of frozen immatured soybeans depending on the variety and storage conditions.

두 품종(큰을 및 석량)에 비해 저장온도에 관계없이 현저하게 높음을 알 수 있었다($p<0.05$). 이러한 품종간 유의적 차이는 냉동저장 후에도 저장조건에 관계없이 현저하게 나타남을 알 수 있었다.

품종별 색지표의 저장조건에 따른 변화는 Table 1-3에 각각 주어져 있다. 대체적으로 -5°C 및 -10°C 에 저장된 시료의 경우 저장이 시작됨에 따라 L^* 값이 대조구와 비교하여 현저하게 감소하였으며($p<0.05$) 저장온도에 따른 저장기간별 L^* 값의 차이는 품종별로 다소 차이를 나타내고 있다. -20°C 에 저장된 경우 다른 저장온도에 비해 저장기간이 길었음에도 불구하고 품종에 관계없이 저장기간별 L^* 값의 유의적 차이는 발견되지 않았다($p>0.05$).

녹색도를 나타내는 $-a^*$ 값의 경우 역시 품종별로 다소 차이를 나타내었으나 일반적으로 시간에 경과함에 따라 $-a^*$ 값이 감소하였으며 -5°C 에서 7주간 저장된 시료와 -10°C 에서 20주간 저장된 시료의 녹색도는 대조구의 녹색도와 현저하게 차이가 남을 알 수 있었다($p<0.05$). L^* 값의 경우와 마찬가지로 $-a^*$ 값의 경우에도 -20°C 에서 장기간 저장하여도 녹색도에 대한 유의적 차이(큰을 및 석량품종)는 발견되지 않았다($p>0.05$). 황색도를 나타내는 b^* 값의 경우 대체적으로 시간에 경과함에 따라 다소 또는 현저하게 감소하는 경향을 나

Table 2. Color changes of frozen immatured soybean (*Miwon*) as affected by frozen storage conditions

Temperature (°C)	Time (week)	L*	a*	b*	ΔE ¹
-5	0	65.42a	-18.95b	35.85ab	0.00
	1	59.93b	-19.28b	33.67bc	7.25
	2	59.81b	-20.24b	35.39ab	6.61
	4	59.87b	-17.95ab	37.57a	5.83
	7	54.66c	-15.45a	31.44c	13.56
-10	0	65.42a	-18.95a	35.85a	0.00
	5	60.39b	-19.80a	35.93a	5.40
	10	61.29b	-19.54a	37.08a	3.58
	15	61.42b	-19.55a	36.65a	3.92
	20	61.51b	-18.56a	35.87a	5.46
-20	0	65.42a	-18.95a	35.85a	0.00
	11	61.71b	-22.03b	36.56a	3.73
	22	62.38b	-18.90a	36.76a	4.71
	33	62.17b	-20.42ab	35.76a	4.04
	44	62.48b	-19.16a	33.48b	5.89

Means within same temperature condition with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

¹Tukey's test was not done with ΔE values since it was calculated from mean values.

타내었으나 L*값 및 -a*값에 비해 그 변화의 정도가 적음을 알 수 있었다. 또한 Fig. 5에서 나타난 품종별 차이도 다시 한번 확인할 수 있다. 이들 색의 변화는 팥콩이 함유하고 있는 chlorophyll이 pheophytin으로 변화하는 과정에서 일어나는 것으로 사료되며 이와 같은 chlorophyll의 변성은 데쳐진 채소(blanched vegetables)가 냉동 저장되면서 발생하게 된다(Hung, 1985).

전체적인 색의 차이(total color difference)를 ΔE 값은 저장온도 및 품종에 관계없이 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내었으며, 일반적으로 저장온도가 높을수록 비록 저장기간이 짧음에도 불구하고 그 변화의 폭이 커짐을 알 수 있다. 다시 말하자면, 전체적인 냉동팥콩의 색은 저장기간이 경과함에 따라 대조구의 색과 차이를 나타내기 시작하는 것을 뜻한다. 이는 어느 정도 예측된 결과로 저장온도가 낮을수록 식품의 물리적 변화속도가 감소함을 다시 한번 증명하는 예라 할 수 있다.

요 약

큰울, 미원 및 석량 3가지 품종의 냉동팥콩을 -5°C에서 7주간, -10°C에서 20주간 그리고 -20°C에서 44주간 각각 저장하면서 각각의 물리적 특성(비중, 경도,

Table 3. Color changes of frozen immatured soybean (*Seoklyang*) as affected by frozen storage conditions

Temperature (°C)	Time (week)	L*	a*	b*	ΔE ¹
-5	0	65.42a	-18.95c	35.85a	0.00
	1	59.31b	-20.48c	34.46ab	2.41
	2	59.13b	-18.50bc	32.87b	4.44
	4	59.13b	-16.84ab	32.38b	4.76
	7	61.08b	-16.42a	34.33ab	4.62
-10	0	65.42a	-18.95b	35.85a	0.00
	5	59.20b	-19.96b	34.51ab	2.42
	10	58.99b	-18.63b	34.91ab	2.00
	15	58.78b	-16.03a	33.71bc	4.84
	20	57.89b	-15.83a	32.12c	6.22
-20	0	65.42a	-18.95a	35.85a	0.00
	11	60.75b	-19.65a	34.40a	1.97
	22	60.92b	-19.53a	35.04a	0.71
	33	59.65b	-20.71a	33.86ab	1.92
	44	60.15b	-19.24a	32.78b	2.83

Means within same temperature condition with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

¹Tukey's test was not done with ΔE values since it was calculated from mean values.

색도)을 비교 검토하였다. 비중의 경우 품종간 유의적 차이는 발견되지 않았으나($p > 0.05$) 경도와 색도에서 저장조건에 관계없이 뚜렷한 품종별 유의적 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 저장조건에 관계없이 큰울품종의 경도가 가장 높은 것으로 나타났고 다음으로 석량, 미원 품종 순으로 나타났다($p < 0.05$). 명도(lightness)를 나타내는 L*값의 경우, 저장온도와 관계없이 큰울 및 석량 품종간에 현저한 차이를 나타내었으며 큰울품종의 밝기가 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 미원품종의 녹색도는 큰울품종의 녹색도에 비해 저장온도에 관계없이 현저하게 높게 나타났으며, 미원품종의 황색도 역시 다른 두품종(큰울 및 석량)에 비해 저장온도에 관계없이 현저하게 높았다($p < 0.05$).

저장기간 중 비중의 변화는 미미하였고 경도의 변화 또한 품종에 따라 약간의 차이를 보이고 있으나 일반적으로 변화가 적은 것으로 나타났다. -20°C 저장의 경우 저장기간이 증가함에 따라 경도가 감소하는 경향을 나타내었으며, 그 경향은 큰울품종에서 뚜렷하게 나타났다. 대체적으로 저장이 시작됨에 따라 L*값이 대조구와 비교하여 현저하게 감소하였으며($p < 0.05$) 일반적으로 시간에 경과함에 따라 -a*값이 감소하였으며 황색도를 나타내는 b*값은 다소 또는 현저하게 감소하는 경향을 나타내었으나 L*값 및 -a*값에 비해

그 변화의 정도가 적었다.

감사의 글

이 논문은 2000학년도 대구대학교 학술연구비지원 (일부지원)에 의한 논문임.

문헌

- 김동희, 염초애, 김우정. 1990. 침지 증 콩의 흡수 및 부피변화의 속도론적 연구. *한국농화학회지* **33**(1): 18-23
- 이준호, 석은주, 유종근, 최용희. 2000. 냉동팏콩의 해동조건에 따른 물리화학적 특성변화. *한국식품영양과학회지* **29**(1): 15-19
- 정호덕, 유정근, 최용희. 1999. 팏콩의 품질향상을 위한 마이크로파에 의한 블렌칭. *한국식품영양과학회지* **28**(6): 1298-1303
- Brunsgaard, G., U. Kidmose, K. Kaack and B. Eggum. 1994. Protein quality and energy density of green peas as influenced by seed size and time of harvest. *J. Sci. Food Agric.* **65**: 363-370
- Chiba, Y. 1991. Postharvest processing, marketing and quality degradation in vegetable soybean in Japan. In: *Vegetable soybean*. AVRDC, pp108-112
- Hong, E.H., S.D. Kim, Y.H. Ryu and H.S. Kim. 1992. Production and market prospects for vegetable soybean in Korea. *Korea Soybean Digest* **9**: 1-17
- Hong, J.H., D.H. Bae and Y.H. Choi. 1997. Effects of blanching conditions on the quality of immature soybeans during frozen storage. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products* **4**(2): 189-196
- Hung, Y. C. 1985. Pea quality change during freezing and storage. Ph.D. thesis, Iowa State University, Iowa, USA
- Lee, J.H., E.J. Seog and Y.H. Choi. 1998. Color characteristics of soybeans as influenced by freezing and cooking conditions. *J. Food Sci. Nutr.* **3**(2): 105-110
- SAS. 1992. *User's Guide: Statistics*. SAS Institute, Inc., Cary, USA
- Stroshine, R., R. Pitt and D. Hamann. 1992. *Physical properties of agricultural materials and food products*. Purdue Univ., West Lafayette, Indiana, USA. pp17-21
- Takahashi, N. 1991. Vegetable soybean varietal improvement in Japan-past, present and future. In: *Vegetable soybean*. AVRDC, pp26-29