최 종
연구보고서

밤 및 밤 가공품의 수출확대방안 연구

Studies on Improvement of Export of Chestnut and Chestnut Processed Products

연구기관

경북대학교

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “ 밤 및 밤 가공품의 수출확대 방안에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

1998. 12. 28.

주관연구기관명 : 경북대학교
총괄연구책임자 : 최 종 욱
연 구 원 : 정 신 교
연 구 원 : 권 중 호
연 구 원 : 문 광 덕
연 구 원 : 이 승 춘
연 구 원 : 강 우 원
연 구 원 : 변 명 우
연 구 원 : 이 주 백
연 구 조 원 : 이 현 동
연 구 조 원 : 김 영 찬
연 구 조 원 : 노 미 정
연 구 조 원 : 임 정 호

요 약 문

Ⅰ. 제 목

밤 및 밤 가공품의 수출 확대 방안 연구

Ⅱ. 연구 개발의 목적 및 중요성

밤은 매년 1억불 이상 수출되는 대표적인 농산물로서 그 중 80% 이상이 깐밤의 형태로 수출되며 당침 등 가공품의 수출 비중이 점차 확대되고 있다. 밤 및 밤 가공 제품의 수출 확대를 위해서는 원료의 장기안전저장기술, 기존 제품의 품질 개선과 함께 새로운 가공제품의 개발이 절실히 요구된다.

밤의 저장을 위해 재래식 움저장, 수침저장, 저온저장, P.E필름 저장에 관한 연구가 보고되고 있으나 최근 밤의 생산량이 증가함에 따라 내수 소비용 및 수출 가공 원료 보존을 위한 장기안전저장기술에 관한 실용적인 연구가 절실히 요구되고 있다. 따라서 밤의 고품질 저장을 위하여 밤의 CA저장기술개발 및 CA저장을 위한 전처리기술개발을 통하여 밤의 저장 중 발아, 곰팡이 발생을 억제하고, 해충구제, 밤의 저장 중 건조를 방지하여 현행 저장기술의 문제점을 개선 보완하여 현장에서 실제로 사용할 수 있는 CA저장기술개발에 본 연구의 목적이 있다.

또한 이러한 밤 가공품의 생산 공정이 관행적이고 영세하여 엄격한 현장의 품질 관리 및 최종 제품의 품질 분석이 요구되고 생산원가 절감을 위한 공정 개선과 품질 개선에 관한 연구가 절실히 요망된다.

현재 거의 이용되지 않고 있는 밤가루와 밤전분 등을 이용하여 여러 가지 밤 가공 제품을 개발하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 밤의 장기안전저장기술 개발

본 연구에서 1차년도에는 기존 가공업체에서 시행하고 있는 저장법의 문제점을 탐색하고자 수침처리를 전처리 방법으로 시행하고 CA 저장 조건을 탐색하기 위한 기초자료 조사로서 방사선 조사처리, 산소농도 3%, 탄산가스농도 3, 5, 7, 12%에서 CA 저장을 수행하면서 저장 밤의 물리적 화학적 품질을 평가하였다. 2차년도 연구에서는 수침처리를 대체할 밤의 저장전처리 기술개발을 위하여 물리적 , 화학적 전처리로서 benzoic acid침지, 고농도 CO2처리, 방사선 조사처리를 행하였으며 밤의 저장 중 건조방지 및 표면 곰팡이 억제를 위해 ice coating 기술을 저장 전에 수행하여 온도구간 0℃, -3℃에서 환경기체조성 산소농도 1%, 3% 탄산가스농도 3%, 8%에서 저장하면서 밤의 저장 품질을 측정하였다. 3차년도에서는 2차년도에서 효과가 있는 것으로 판정된 ice coating 처리를 행하였으며 전년도의 benzoic acid 처리구 및 저장 중 표면 곰팡이발생 억제를 위하여 CA저장 챔버내의 공기를 살균처리할 수 있는 UV lamp살균 처리장치를 개발하여 저장온도 -2.5℃, 환경기체조성 3%, 8%에서 실험을 수행하면서 밤의 이화학적 품질특성을 조사하였다.

2. 수출용 밤 가공품의 품질 분석 및 품질 개선 기술 및 개발

밤 가공품의 최대 수출국인 일본을 대상으로 1 차 년도에는 일본의 수입 및 소비 현황, 수출시의 문제점과 수출 품목의 주종인 깐밤의 작업 공정 및 크기별 품질을 분석하였다. 2 차 년도에는 밤 가공품의 현행 자숙공정을 개선하기 위하여 자숙 단계별로 texture 특성을 조사하였으며 자숙 온도와 시간을 변수로 하여 반응 표면 분석법으로 자숙 공정의 최적화 방안을 연구하였다. 3 차 년도에는 water pack 제품의 최적 살균 공정을 확립하기 위하여 살균 온도와 살균 시간을 변수로 하여 각각의 조건에서 제조한 제품을 180일 동안 보존하면서 품질 검사를 수행하였다. 또한 밤

가공장에서의 박피 방법을 해결하고자 알카리 및 산 처리에 의한 외피 및 내피의 박피 효과를 조사하였다.

3. 새로운 밤 가공제품의 개발

밤을 이용한 가공제품의 대부분은 깐밤과 당침밤이 차지하고 있으며 특히 당침밤의 경우 그 수요가 꾸준히 증가하고 있으며 당침밤의 가공공정 및 제품에 대한 개선이 요구되고 있다. 또한 현재 밤을 통째로 가공하는 경우가 많은데, 벌레먹은 밤 등을 이용할 수 있도록 통째로 뿐 아니라 밤가루나 기타 페이스트와 같은 새로운 형태의 가공제품 개발이 필요하다.

당침밤의 가공상에서 2가지 중요한 점은 밤으로의 당침투와 제품의 texture를 들수 있다. 따라서 당침밤 제품의 품질을 개선하기 위하여 서로 다른 가공조건들-자숙 및 당침방법, 당액의 농도와 종류, 첨가물의 종류 등에 따른 당침투특성, texture, 그리고 기호성-을 조사하였으며 또한 당침밤 제품의 저장 안정성도 조사하였다.

새로운 제품으로서 몇가지 종류의 밤페이스트와 밤가루, 밤전분 제품을 개발하여 이들의 품질을 조사하였다. 이들 제품으로부터 인스턴트 죽과 같은 몇 가지 제품을 응용하였다. 당침밤 제조공정에 따라 생밤을 일반적인 열원과 마이크로파 오븐을 이용하여 물에 끓이고 65。Brix의 당액에 당침하였다. 밤페이스트는 생시료를 블랜칭하고 건조한 밤가루를 이용하여 제조하였다. 이 밤페이스트를 이용하여 앙금, 양갱, 죽을 개발, 제조하였다. 천연의 밤을 하이드록시프로필화, 산성화, 아세틸화, 열-수분 변성시켜 전분을 제조하였다. 저온 블랜칭을 행한 밤가루를 이용하여 밤죽을 제조하였다.

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 밤의 장기안전저장기술 개발

본 연구의 결과 수침처리 후 밤을 저장할 경우에는 밤의 부패율과 발아율이 증가하고 품질이 저하되는 문제와 함께 곰팡이 발생율이 증가하는 문제점이 나타났다. 밤의 부패를 억제하기 위한 저장전처리로 benzoic acid침지, 고농도CO2처리, 방사선 조사처리를 한 결과 무처리 저장구에 비해서는 부패율을 줄일 수 있었으며 저장전처리에 따른 차이는 거의 관찰되지 않았다. 또한 저장 중 환경기체를 살균하는 UV 살균 처리구의 경우에는 표면 곰팡이 발생억제에 상당한 효과가 있는 것으로 관찰되었다. 이상의 결과로 볼 때 밤은 수확할 때 토양에 접촉할 수 밖에 없는 관계로 토양미생물에 항상 노출되어 있으므로 저장 전에 수세살균은 밤의 저장품질을 유지하기 위해서는 거의 필수적이라 할 수 있으므로 benzoic acid 침지 후 수세하는 방법이 침지시간(1분 정도)이 매우 짧은 관계로 일시에 대량 출하되는 밤의 저장전처리에 현실적으로 적합할 것으로 사료되며 고농도 CO2처리의 경우 밤을 수세한 후 저장고에 입고하고 난 뒤 처리해야 하므로 저장고에 밤이 모두 입고될 때까지 전처리를 행하지 못하는 불리한 점이 있으며 방사선 조사의 경우 조사처리시설이 부족하며 저장고 외부에서 처리해야 하므로 저장전처리 시간이 길어 저장전처리 기간중 밤의 건조가 심해져 ice coating의 병행 처리를 하지 않을 경우 저장품질을 향상시키기 어려울 것으로 판단되었다. Ice coating 처리는 밤의 저장 중 보습 및 표면곰팡이 억제에 매우 효과적인 것으로 판단되었으며 현장에 적용하는데도 큰 무리가 없을 것으로 사료된다. 또한 저장 챔버 내의 환경기체 살균을 위한 UV 살균처리는 저장 중 밤에서 곰팡이 발생억제에 효과적인 것으로 판단되었으며 이 또한 기존의 저장고에 쉽게 추가 장착할 수 있는 장치로 사료된다. 본 연구는 시료 80Kg이상을 대형 CA저장 chamber내에서 저장하면서 실험한 결과이므로 스케일 업에도 큰 문제가 없을 것으로 사료된다. 밤의 발아 문제는 저장고 입고 후 온도를 0℃이하로 유지할 경우 휴면이

타파되지 않아 발아는 거의 되지 않아 발아억제를 위한 방사선 조사처리는 저장온도가 빙점 이하일 경우에는 필요 없는 것으로 판단되며 0℃이상에서 저장할 경우에는 발아억제를 위한 전처리가 필요한 것으로 판단된다. 저장 밤의 관능적 품질은 10월 수확한 밤의 경우 그 다음해 4 5월까지 생밤으로 식용할 수 있는 식미가 우수한 상태를 유지하였으며 6월 이후에는 외관과 이화학적 품질은 건전하나 쓴맛이 발생하는 경향을 나타내었는데 이를 가공할 경우에는 쓴맛이 없어져 가공용 원료로는 7월까지도 저장이 가능한 것으로 판단되었다. 본 연구에서 건의하고 싶은 밤의 저장법은 수확 후 집하된 밤을 benzoic acid용액에 침지 후 수세하여 저장고에 입고시켜 ice coating 처리한 후 -2.5℃에서 산소 3%, 탄산가스 8%의 환경기체조건에서 저장하는 것이며 저장고내 공기를 UV살균할 경우 곰팡이 및 부패과의 발생을 더욱 낮출 수 있는 것으로 판단되었다.

2. 수출용 밤 가공품의 품질 분석 및 품질 개선 기술 및 개발

우리 나라 밤의 최대 수출 시장인 일본의 밤 수입은 매년 중국산이 증가하고 있으며 현재까지도 품질이 우수한 우리 나라 산이 호평을 받고 있다. 일본에서 밤은 수입 자동 승인 품목이나 EDTA 과량 사용 및 이산화황의 과량 잔류가 가끔 문제가 되고 있다. 수출용 깐밤 및 감로자 제품의 품질 분석 결과는 품질의 기준치 이내로 비교적 양호하였으나 세척 용수 등의 엄격한 미생물 관리가 요구되었다. 감로자 및 water pack 제품의 자숙 공정 중 물성의 변화를 조사한 결과 98℃에서 80분 유지시키는 3단계에서 밤의 경도 및 응집도의 변화가 가장 컸다. 또한 반응 표면분석에 의하여 밤의 자숙공정을 최적화 하였으며 예측모델식에 의하여 밤 가공품 생산 현장의 공정 개선에 따른 물성 예측과 새로운 공정 확립에 기여 할 수 있을 것이다. 밤 가공품의 최적 살균 공정을 조사한 결과 현행 공정 보다 온도 및 살균 시간이 짧은 85℃, 20 분에서 6개월 보존 시에도 품질상의 문제점이 없어 생산 현장에서의 살균 온도 및 시간 단축에 따른 원가절감 효과가 향후 기대된다.

3. 새로운 밤 가공제품의 개발

당침밤 제조공정의 개선을 위한 연구결과 일반자숙 및 마이크로파를 이용하여 밤을 당침한 결과 마이크로파를 이용한 당침이 일반적인 당침보다 당침투속도가 빠르고 경도변화도 비교적 균일하게 나타나 당침밤의 연화에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료되고 당침액의 농도는 5 65。 Brix일 때 가장 경제적이고 효율적인 당침이 이루어질 것으로 기대된다. 또한 마이크로파를 이용하여 당침할 경우 총펙틴의 함량이 높게 나타났고 기호도나 경도면에서 긍정적인 결과를 보였다. 따라서 당침밤을 제조할 경우 열에 의한 일반적인 자숙보다 마이크로파를 이용하여 자숙, 당침하는 것이 더 효과적이고 품질이 우수한 제품을 생산할수 있다고 하겠다.

블랜칭처리 후 열풍건조 및 동결건조를 이용한 밤가루로 밤페이스트를 제조한 결과 수율, 색, 품질에 있어서 블랜칭 처리한 후 동결건조하여 얻은 밤가루로 만든 페이스트가 가장 우수한 것으로 나타났다. 동결건조방법이 다른 건조방법에 비해 원가가 비싸기 때문에 공업적으로 대량 생산할 때는 경제적으로 불리한 면이 있기는 하나 품질이 우수한 페이스트를 제조하기 위해서는 동결건조를 이용하는 것이 바람직하다고 할수 있다.

밤페이스트를 이용하여 식품가공용 소재로 이용할 가능성이 많은 앙금, 양갱, 죽을 제조하였는데 앙금 ,양갱을 제조할 때 밤페이스트를 10% 첨가하는 것이 품질과 기호도면에서 가장 우수한 것으로 나타나 새로운 가공용소재로서의 가능성을 시사하고 있다.

밤을 좀 더 효율적으로 이용하기 위하여 밤가루와 밤전분을 제조하였다. hydroxypropylation, oxidation, acetylation, heat-moisture treatment를 이용하여 변성시킨 밤전분이 천연 밤전분보다 식품에 이용할 수 있는 여러 특성을 가지고 있음을 전분 특성측정 실험을 통해 알 수 있었다. 밤가루의 품질을 향상시키기 위해 blanching 온도별로 품질을 측정한 결과 low-temperature blanching(65℃, 30분)처

리로 제조한 밤가루의 품질이 가장 우수한 것으로 나타났다. 기존의 blanching 처리하는 방법이 품질에 손상을 덜 주기 때문에 앞으로 식품 가공에 있어서 이용 가능성이 크다고 할 수 있다.

Summary

Ⅰ. Title

Study on Improvement of Export of Chestnut and Chestnut Processed Products

Ⅱ. Objective and importance of the project

Chestnut and chestnut processed products have been annually exported more than 100 million dollars, and over 80 % of them are peeled chestnuts. However, sugared and water pack products of chestnuts are getting increased. In order to increase export of raw and processed products of chestnuts, techniques for long term stability of raw material, improvement of the quality of current products, and development of new processed product are required.

There are still some limitations in keeping quality of chestnut in terms of disinfestation and long-term storage. Thus, better preservation methods are required to improve their increase in exportation as well as in domestic consumption. Controlled atmosphere(CA) storage and gamma irradiation were applied for the long-term storage of fresh chestnuts.

Ⅲ. Scope and Contents of the Project

1. Development of long-term storage technology of chestnut

The first year storage pretreatment was water soaking. The following CA storages were done under the air compositions of 3% O2, 3, 5, 7, and 12 % CO2 at 0 ℃, respectively. In second year, storages were done under 1 and 3% O2,

3 and 8% CO2 at 0 and -3 ℃, repectively. In order to prevent mold and microbial degradations, three different physical and chemical pretreatments such as benzoic acid soaking, high CO2 treatment and γ-irradiation were conducted as alternative pretreatments to conventional one. In addition to these pretreatments, ice-coating method was applied to each samples pretreated before CA storage. In third year, storage temperature was set at -2.5℃ only, and CA condition was the combination of 3% O2 and 8% CO2. Pretreatment was benzoic acid soaking and ice-coating. In the 1st project year, the storage stability of water-soaked chestnuts was evaluated following gamma irradiation, which included the effect of cold-water soaking for 48 hrs on disinfestation, irradiation effects on sprout inhibition and shelf-life extension, and CA(O2 : CO2 = 3:5, 0℃) storage effects on shelf-life extension. In the 2nd year, the combination effects of irradiation and CA storage (O2 : CO2 = 1:3, 0℃) were investigated by determining the storage qualities of 0.25 kGy-irradiated chestnuts from the physicochemical and organoleptic points of view. In the 3rd year, the comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation on disinfestigation of chestnuts were were determined.

2. The development of quality improving technology and quality estimation of chestnut processed products for export

The recent status of chestnut import and marketing in Japan were investigated, and the quality of the peeled chestnut by its grade was also done. To improve the current boiling process of chestnut processed products, the optimization of boiling process in terms of time and temperature was studied by response surface method. The prediction model equation on hardness

and cohesiveness of chestnut by different boiling conditions was acquired. In order to improve the sterilizing process, water pack products were produced by pilot scale process under the different sterilizing temperatures and times, and the quality evaluation of the resulting products were investigated during 6 months storage. Among the several peeling treatments for raw chestnut by alkali and acids, 2% HClO4 treated at 50℃ for 30 mins was the most efficient for peeling inner peels of chestnut. The physical properties of Eungi and Chukpa chestnuts were investigated to offer basic data for establishing mechanical peeling system.

3. Development of the new processed products using chestnuts

The almost manufactured goods using chestnuts are the peeled chestnuts and the sugared, especially demand of the sugared chestnuts has been increased gradually and need of development of processing and products of sugared chestnuts is also required. Also according to the recent processing methods, whole chestnuts were used commonly, so development of new types of products which using wormy chestnuts, just like chestnut powder, paste, was needed. Processing of sugared chestnuts is consisted two important points, one is a penetration into the chestnuts, and the other is a texture of the products. So to improvement of quality of sugared chestnut products, the effects on the sugar penetration characteristic, texture and the preference by different processing conditions; boiling and sugaring methods, concentrations and kinds of sugar solutions and kinds of additives, were investigated. In addition, storage stabilities of chestnut products were examined. As the new products, several kinds of chestnut paste, chestnut powder, chestnut starch goods were

developed and their qualities were evaluated. From these products, some products, just like instant soup were applicated. By the sugared chestnuts processing, raw chestnuts were boiled in water and sugared into sugar syrup(65 。Brix) with general heater and microwave oven. Chestnut paste was made of chestnut powder processed with blanching and drying of raw materials. Kidney bean sediment, Yanggang and juk which processed with paste were developed. Native chestnuts was modified to hydroxypropylated, oxidized, acetylated, heat-moisture treated chestnut starch. Chestnut juk was made of chestnut powder processed with low-temperature blanching.

Ⅳ. Results and Recommendations

1. Development of long-term storage technology of chestnut

The results obtained were followings 1) Three different pretreatments were efficient to suppress rot of chestnut but did not show big differences among the pretreatment methods. 2) Ice-coating was proven to be very effective on maintaining constant moisture content and suppressing surface mold. 3) UV sterilization system equipped with CA storage chamber was found to reduce the development of mold growth. 4) Storage temperature(-2.5℃) prevented sprouting of chestnut. As a result, we recommend following condition : benzoic acid soaking, ice-coating, and CA storage at -2.5℃ under 3% O2, 8% CO2. The long-time water soaking (48 hrs) for disinfesting harvested chestnuts induced the increased rate of sprouting, rotting, quality loss and mold growth in the stored samples. The sprouting of chestnuts, however, was controlled by

irradiation at 0.25 kGy, thereby extending their storage life. Methyl bromide fumigation showed the effectiveness in disinfesting quarantine insects, but was very detrimental to the quality of stored samples even in a short-term period. Therefore, gamma irradiation at 0.5 to 1 kGy was found as an alternative means to disinfest the chestnuts in 20 to 30 days after treatment, and the quality of irradiated samples was accepatble for more than 4 to 6 months. As a result, irradiation at 1 kGy seems practically applicable to disinfestation, sprout inhibition and long-term storage of chestnuts, and thus the revision of approved dose, from 0.25 kGy to 1 kGy, is should be considered to construct infrastructures required for the implementation of this technology in the near future.

2. The development of quality improving technology and quality estimation of chestnut processed products for export

In Japan, the largest export market for chestnut products, the amount of chestnut import from China has been increased in recent. Nevertheless, the quantity of Korean chestnut products was popular, but excess of EDTA and residual SO2 have been the point of buyer's claim. The quantity of peeled and sugared chestnuts for export were fairly good between the guideline of export quality, but the more rigid quality control on field is demanded. On the result of texture profiles in boiling process of chestnut products, changes of hardness and cohesiveness were highest among the 3rd stages of 98℃-30min. The boiling process of chestnut products was optimized by the response surface analysis and the prediction model equation was established. On the result of improving the current sterilization process, it is possible to reduce

sterilization time and temperature to 85℃-20min. These results will be contributed to establish new process for reducing cost and improving quality of chestnut products. Among the several peeling treatments for raw chestnut by alkali and acids, 2% $HClO_4$ treated at 50℃ for 30 mins was the most efficient for peeling inner peels of chestnut. The physical properties of Eungi and Chukpa chestnuts were investigated to offer basic data for establishing mechanical peeling system in the chestnut processing factories.

3. Development of the new processed products using chestnuts

Sugared chestnut processed with microwave oven had higher moisture, lower lipid, sugar and tannin contents than processed with heater.In pectin substances, the comtents of total pectin and hydrochloric acid soluble pectin were very low in product boiled and sugared with microwave oven. In the processing of sugared chestnut, boiling with general method and sugaring with microwave was considered most effective in sugaring rate and texture of the products. Water absorption index of blanched samples were higher than nonblanched and it affects to the yield of paste produce. The yield of paste was the highest in BF(blanched, freeze dried)paste. In sensory evaluation of chestnutpaste, color was good in BF paste, texture was good in RF(not blanched, freeze dried), BF but overall acceptability. Kidney bean sediment, yanggang and juk which processed with paste were developed. Most proper mixing rate of paste to process kidney bean sediment and yanggang was 10% in overall acceptability by sensory evaluation. To using chestnut effectively, chestnut starches and powder were processed. Physicochemical properties of modified starches with hydroxypropylation, oxidation, acetylation and heat

moisture treatment were investigated. Properties of modified starches were superior to that of native chestnut starch. Therefore modified chestnut starches are very available for the manufacture of food product. In order to improve the quality of chestnut powder, low-temperature blanching were carried different conditions. Most proper blanching condition of chestnut powder was 65℃, 30minute in treatment by amylogram, Water binding capacity and swelling power. For that reason low temperature blanching was less damage than general blanching, it is to improve the utility of chestnut.

목 차

CONTENTS

제 1 장 서 론

우리나라에서는 옛날부터 관혼상제 등 대소사에 밤이 필수적으로 이용되어 왔으며 밤은 전분함량 및 영양가가 많아 기호식품 외에도 대용식량자원으로 큰 비중을 차지하여왔다. 밤의 이용은 생과 및 겨울철의 군밤, 깐밤 및 밤통조림과 기타 과자류의 원료 전분 형태로 국내에서 소비되거나 수출되어왔다. 밤은 우리나라에서 1968년부터 새마을 사업의 일환으로 정부의 유실수 장려 정책에 따라 재배면적이 전국적으로 증가하면서 생산량이 급증하여 1978년에 34,000 M/T에서 1992년에는 102,000 M/T에 이르렀다. 세계적으로 밤 생산량은 450,000 M/T으로 우리나라 및 중국의 생산량이 거의 45% 에 달하고 있다(1). 우리나라에서 밤은 전국적으로 생산이 되나 주로 남부지방의 광양, 하동지역과 공주 등지의 충청 지역에서 8월 중순부터 10월 중순에 걸쳐 출하되며 대개 단위 농협을 통한 계통출하와 대규모 수집상에게 판매하는 형태로 출하되고 있다. 생산된 밤의 32% 정도가 생밤 및 단순가공제품으로 수출되고 있으며 그 나머지가 국내에서 소비되고 있다. 수출 형태는 통조림 등 가공품의 비율이 점차 증가하고 있으나 단순 가공품인 깐밤이 거의 90% 정도를 차지하고 있으며 주 수출국은 일본으로서 92년도 이후 매년 거의 1억 불 이상이 수출되는 단일 품목으로서는 농산물 수출 시장에 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 국내에서도 점차 그 수요가 증가하여 밤의 생산은 적극적으로 장려가 되고 있으나 생산 및 출하시기가 집중되어 있어 홍수 출하와 함께 가격의 폭락이 문제가 되고 있으며 장기 저장 기술의 부족으로 수출 용 밤의 원료 확보가 어려워 수출 가격 경쟁력이 취약한 점이 밤 수출의 걸림돌이 되고 있다. 현재 국내에서 밤의 저장은 도매상과 가공업체에서 저온저장을 주로하고 있으나 밤은 생리적 특성상 증산 및 호흡속도가 높으며 밤벌레, 곰팡이, 발아 등으로 인한 부패율 증가가 큰 문제점으로 보다 새로운 과학적 장기 저장 기술의 개발이 요구되고 있다(2,3). 이러한 해충 발생과 부패를 억제하기위하여

밤 가공업체에서는 수침저장을 실시하고 있으나 저장 기간이 3개월 정도이고 이취의 발생이 심한 등의 어려움이 있다. 따라서 장기저장기술의 개발로 수출용 밤의 저장 기간을 현재의 3개월 수준에서 최소한 6 8개월 까지 연장하게되면 밤 가공품의 수출 가격 경쟁력이 강화되어 밤 생산 농민 및 밤 가공업체의 소득과 이윤의 증가로 경제적 효과를 향상시킬 수 있게 된다. 또한 현재 주로 수출되고 있는 품목은 깐밤 이외의 단순 가공 제품으로서 깐밤의 경우에는 가용성 성분의 용출과 내용물의 pH 변화, 백탁 및 부패 현상 등으로 반품되는 사례가 있어 현장의 엄격한 품질관리와 최종 제품의 품질분석이 필요하다(4). 그리고 water pack 형태로 수출되고 있는 밤의 경우에는 가용성 성분의 용출로 인한 pH 상승과 백탁 현상이 발생하며 명반을 가하여 shelf-life를 연장하고 있으나 수입 당사자들이 무표백 제품과 명반의 첨가를 기피하고 있어 클레임의 원인이 되는 등의 기술적 어려움이 있다. 또한 밤 가공품의 자숙 및 살균공정은 제품의 저장 및 유통시 품질변화에 영향을 주는 가장 중요한 공정이나 온도 및 시간, 첨가물 함유량 등이 제조 회사에서 관행적으로 행해지고 있어 공정의 표준화 및 최적화를 통한 개선 방안이 필요하다(5-7). 한편 밤 가공장에서 밤의 박피는 가장 기본적이고 중요한 전처리 공정이며 지금까지 기계적, 화학적 방법으로 많은 연구가 진행되어 왔으나 효율성이 적어 현장에서는 수작업에 의존하고 있다(8-10). 그리고 밤 수출의 대부분을 차지하는 단순 가공품의 형태로는 향후 수출 시장의 확보에 큰 어려움이 있다. 따라서 매년 증가하는 밤의 소비량을 늘리고 저장과정 중 벌레먹은 밤의 효율적 이용을 위한 새로운 방법의 모색, 또한 수출 확대 및 부가가치 상승을 위한 다양하고 기호성 있는 밤가공 제품이 개발되어야 할 것이다. 밤에 관한 연구로는 밤의 품종별 성분분석 및 저장 중 변화에 관한 연구(4), 장기저장을 위한 연구(3)가 있으며, 생밤과 증자한 밤의 성분을 분석한 연구가 있다. 가공적성에 관한 연구로서 당침액으로 설탕대신 이성화당을 대체 실험한 연구보고서가 있었으며(6), 밤을 이용한 카스테라 및 밤묵의 제조와 이들의 관능검사에 대한 연구(11), 밤의 중간제품 가공에 관한 연구, 밤제품 다양화 연구 등에서 밤과육,

으깬 밤, 당침 밤, 밤후레이크 등을 이용, 가공제품의 중간소재로 활용한 바 있다. 또한 밤가루 조제 방법별 색도, 백도 및 변색 기호도 등의 연구가 있으며, 밤가루의 변색 방지를 위한 blanching 효과를 시험한 결과가 보고(12)된 바 있으며, 밤의 효율적인 가공을 위해 밤전분의 물리화학적 특성과 텍스쳐 특성(13), 밤전분을 이용한 밤묵의 관능검사와 노화특성(14), 기타 물리적 변성전분의 제조에 관한 연구(15)가 보고되어 있으나 체계화되기에는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구는 먼저 밤의 효율적인 장기 안전 저장 기술을 확립하고자 저장전처리로서 물리적, 화학적 처리와 병용하여 최첨단 기술인 CA 저장 기술을 도입하여 국내 밤의 최적 CA 저장 조건을 구명하고자 하였다. 또한 밤의 발아 억제와 해충 사멸을 위하여 감마선 에너지를 조사하고 CA 저장과의 병용효과를 조사하였다. 그리고 밤 가공품의 최대 시장인 일본의 밤 수입 및 소비 현황과 수출상의 문제점을 분석하고 수출품목의 주종인 깐밤의 작업공정 및 품질을 분석하였다. 또한 현행 자숙공정을 개선하기 위하여 반응표면분석법으로 자숙 공정의 최적화를 시도하였고, 최적 살균 공정을 확립하기 위하여 살균온도와 시간에 따른 제품의 저장 중 품질변화를 조사하였다. 그리고 기계적 박피를 위한 기초 자료로서 밤의 형태학적, 물리적 특성을 조사하고 알카리 및 산처리에 의한 외피 및 내피의 박피 효과를 조사하였다. 그리고 종래의 전통적인 열처리에 비하여 간편하고 효율적인 마이크로파를 이용하여 당침밤을 제조, 기존의 당침밤 제품과 그 품질을 비교하였으며, 밤을 이용한 각종 중간가공 제품을 개발, 제조하여 이들의 저장성, 밤 특유의 향미 유지능, 간편성 등을 개선하기 위한 공정개선 및 제품개발에 대하여 연구를 수행하였다. 이에 따라 밤가루를 이용한 밤 페이스트 개발 및 이를 이용한 가공제품의 제조와 품질 평가를 행하였으며, 밤의 효율적으로 이용하기 위한 합리적인 방법을 모색하기 위하여 새로운 변성방법을 응용하여 밤전분을 제조, 이들의 가공적성을 조사하였다. 또한 가공공정상의 cost를 줄일 수 있는 blanching 방법의 개발과 이 방법을 이용한 밤가루의 제조에 대한 연구를 행하였다.

제 2장 밤의 장기안전저장 기술 개발

제 1 절 서 설

우리나라는 옛부터 관혼상제등 대사에 반드시 밤이 필수품으로 이용되었으며, 전분 함량이 많고 영양가가 높아 기호식품 외에도 대용식량 자원으로 큰 몫을 차지하여 왔다. 밤은 칼로리와 칼슘 및 Vit C 함량이 과실 중 높은(칼로리 156 kcal/100g, 칼슘 35 mg/100g, Vit C 28 mg/100g)품목으로 주로 명절에 제수용인 생과용, 겨울철 군밤용, 과자·통조림 원료형태로 소비되며, 깐밤, 밤통조림, 내피밤 등의 형태로 수출되고 있다.

국내 밤은 8월 중순부터 10월 중순에 남부지방을 중심으로 광양, 하동지역과 공주를 중심으로 한 충청도 일대에서 주로 출하되고 있으며 농가의 출하형태는 단위농협을 통한 계통출하와 수확 후 수집상에게 판매하는 형태가 주류를 이루고 있다. 수집형태는 대부분 가마니 단위이나, 수집 후 선별, 재포장 작업을 거쳐 서울 반출분은 48㎏단위로 마대 포장하고 기타지역 반출분은 50㎏단위로 마대포장을 하는 것으로 보고되고 있다.

’90년대 이후 밤 생산량의 증가와 더불어 국내 수요가 늘고 있고 수출물량도 충분하나 효율적인 저장 방법이 없는 관계로 가을에 홍수출하 되어 가격폭락의 원인과 함께 저장 기술의 부족으로 수출용 깐밤의 원료확보가 어려워 해외 수출에서도 가격협상에서 불리한 입장에 처하는 등의 문제점을 안고 있다. 현재까지 밤의 품질보존을 위하여 움저장(2), 저온저장(3,4), 냉장저장법(17), 식물생장 호르몬 처리법(18), 폴리에틸렌필름 저장(19,20), CA 저장(21), 방사선 저장(16,22-23) 등의 연구가 보고되고 있으나, 이상의 연구에도 불구하고 현행 생밤 저장에서는 밤의 특성상 증산속도와 호흡속도가 높아 저장기간이 짧고, 또한 밤벌레, 곰팡이 발생, 발아(25) 등으로 인한 부패율 증가와 같은 품질보존 등의 측면에서 많은 문제점이 지적되고

있다.

본 연구에서는 밤의 효율적인 장기안전저장 기술을 확립하고자 밤의 저장전 화학적, 물리적 전처리 및 현재 최첨단 기술로 인정되고 있는 CA저장기법(26)을 도입하여 국내밤의 최적 CA저장조건을 구명하기 위하여 실시하였고 밤의 발아억제 효과를 재확인하고 밤가해 해충의 사멸을 위한 적정조사선량을 검토하였으며, 아울러 CA 저장과 감마선 조사의 병용처리 효과를 조사하였다.

제 2 절 재료 및 방법

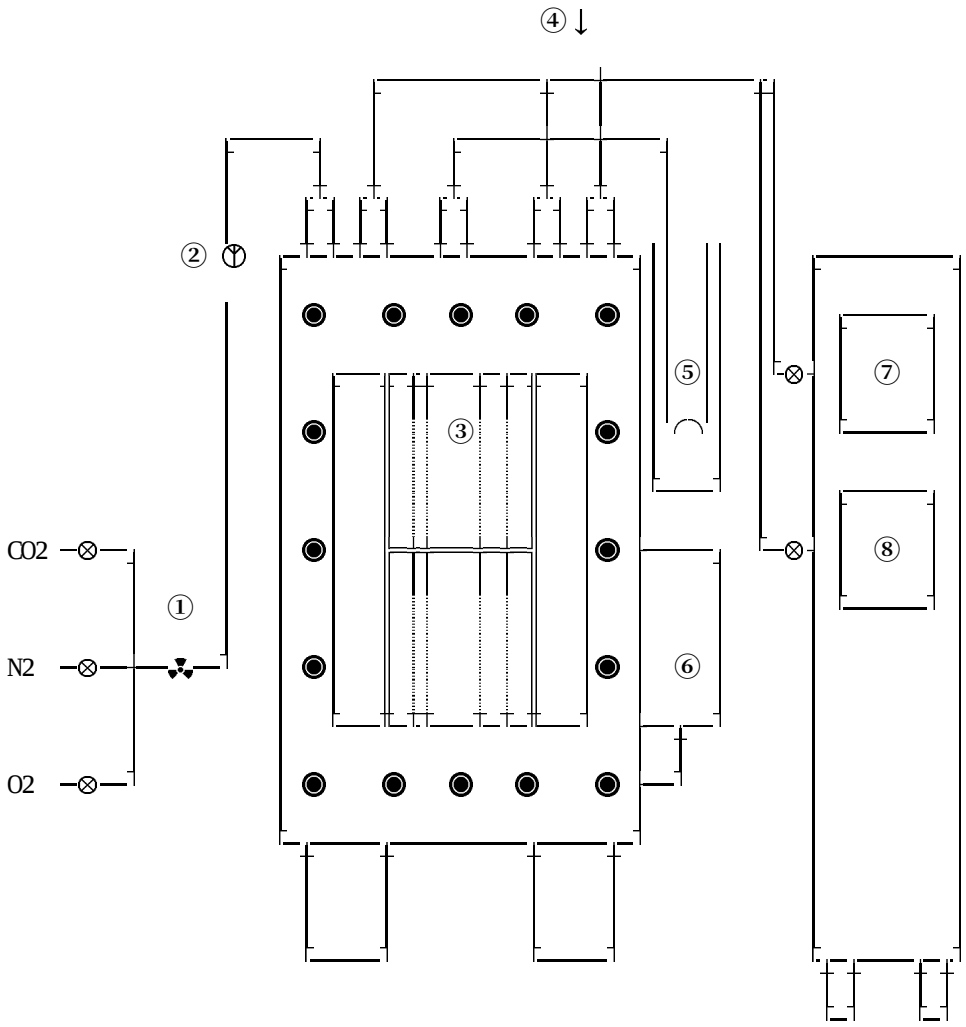
1. 실험 재료

CA저장 실험에 사용된 밤은 저장실험의 각 연차별로 '95년, '96년, '97년 충남 부여에서 수확된 은기와 축파 품종 중 외관이 건전하고 중량이 20 30g 내외인 것을 선택하여 공시재료로 사용하였다.

감마선에 의한 밤 저장특성의 비교 연구 실험에 사용된 밤 시료는 저장성이 비교적 양호한 충남 부여, 공주 및 경북 영천지역에서 생산된 은기(*Castanea cretana*) 품종을 10월경에 구입하여 잘 익은 완숙과를 선별하고 실험목적에 따라 구분하여 사용하였다.

2. 시료전처리 및 저장 조건

1차년도 시료 전처리의 특징은 저장 개시전 충해 방지를 위해 수침처리(냉수에서 약 48시간)한 밤을 시료로 사용하였으며 일부 수침하지 않은 밤을 사용하였다. 저장전 수침처리는 현재 가공업체에서 사용중인 방법으로 기존의 저장 전처리 방법에 대한 문제점 탐색을 위하여 실시하였다.



① : Pump ② : Flow meter ③ : CA storage cabinet ④ : Gas outlet

⑤ : Manometer ⑥ : Breathe bag ⑦ : O2 Analyzer ⑧ : CO2 Analyzer

Fig. 1. Diagram of CA storage chamber and gas analyzer

밤의 장기안전저장 조건의 구명을 위하여 저장온도는 상온 및 0 ℃(현행법)과 -3℃로 구분하고, CA저장조건으로는 산소농도를 3%로 고정하고 탄산가스농도를 3, 5, 7, 12%로 설정하여 Fruit Control Co.(Italy)의 CA chamber(75 ㎝ × 80 ㎝ × 102

㎝, 60 ㎏)(27)에 상기 기체조건을 조정하여 CA저장을 실시하였다(Fig.1).

2차년도 저장실험의 특징은 사용된 밤 시료의 살충과 미생물에 의한 피해 억제효과를 실험하기 위하여 benzoic acid에 의한 화학적 약제전처리, 고농도 CO2처리 및 방사선 조사처리 등의 물리적 전처리를 CA저장 전에 행한 후 냉수를 사용하여 ice coating처리를 하였다. 저장조건은 온도 및 gas조성에 따른 밤의 저장 중 품질변화를 관찰하기 위하여 온도구간은 0℃와 -3℃로 설정하였으며 환경기체조성은 Table 1과 같이 -3℃ CA저장조건에서는 산소농도가 낮은 1%/3%(O2/CO2)저장조건과 CO2농도가 높은 3%/8%(O2/CO2)의 저장조건을 설정하여 실험하였다.

Table 1. Storage conditions of chestnut

Temp	O2/CO2	Pretreatment
0℃	21%/0%	Control
	1%/3%	Non. Benzoic acid High con. CO2 γ-ray
-3℃	21%/0%	Control
	1%/3%	Non. Benzoic acid High con. CO2 γ-ray
	3%/8%	Non. Benzoic acid High con. CO2 γ-ray

3차년도 실험에서는 2차년도 실험결과를 바탕으로 benzoic acid를 사용하여 전처리를 행한 후 2차년도와 마찬가지로 밤의 표면에 얼음피막을 형성시킨 후 (ice-coating) CA저장실험을 수행하였으며 저장 중 저장 chamber내의 공기를 UV lamp에 순환시켜 살균 처리하는 UV 살균구를 도입하였다.

Table 2. Storage Conditions of Chestnut

Temp.	O2/CO2	Pretreatment
-2.5℃	Control	21%/0%
	Non. benzoic acid UV	3%/8%

감마선에 의한 밤 저장특성의 비교 연구의 경우 밤의 충해방지를 위하여 가공업계에서 일부 사용하고 있는 냉수침지는 약 48시간 동안 원료 밤을 지하수에 침지한 다음 감마선 및 CA 저장 적성을 검토하였다. 즉, 감마선 및 CA 저장밤에 있어서 수침처리 유무가 시료의 물리화학적 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 수확 후 2주일 이내에 수침되지 않은 밤을 대상으로 60Co 감마선의 처리는 발아억제와 저장기간 연장을 위한 실험에서는 0.25 kGy 내외의 선량을 조사한 다음 비조사 대조 시료와 함께 저온 (0±1 ℃)과 controlled atmosphere (CA, O2 : CO2 % = 3 : 5 % 및 1 : 3 %, 0℃) 조건에 저장하면서 처리효과를 비교 확인하였다. 아울러 밤의 수확시기 편중에 따른 감마선 조사용량 등을 고려하여 수확 후 3개월간 저온에 저장된 밤을 대상으로 감마선 조사시 발아억제 효과와 저장특성을 확인하였다.

밤의 살충시험에서 훈증처리(methyl bromide, MBr)는 국립식물검역소 관할 방역회

사에서 수확 후 7일 이내에 검역처리기준에 의거 MBr 4g/kg, 처리체적 0.9x1.4x 0.2 m^3, 처리온도 21℃ 등의 조건하에서 4시간 동안 상압에서 천막 (sheet) 훈증을 실시하고 탈기하였다. 살충을 위한 감마선 조사는 0.25 10 kGy의 평균흡수선량으로 하였다. 살충처리된 밤의 품질평가시험을 위해서는 각 시료를 PVC 상자에 담아 구멍이 뚫린 polyethylene film (0.08 ㎜)으로 겉씌우기 하여 일정 온도 (5±2℃)에 저장하면서 밤의 품질에 관련된 이화학적 및 관능적 특성을 평가하였다.

3. CA저장 밤의 품질평가

1차년도에는 밤의 장기안전저장기술개발을 위한 CA저장의 기본조건을 확립하고자 호흡량, 수분, 유리당, 전당, 전분, 수침가열에 대하여 실험을 수행하였으며 방사선 조사 시료에 대한 실험도 함께 수행하였다.

호흡량의 측정은 CA chamber내에 일정량의 밤시료를 넣고 초기기체농도를 syringe로 포집하고 일정 시간 후에 기체농도를 포집하여 gas chromatograpry로 측정하여 탄산가스와 산소농도를 계산하였다.

수분(28), 유리당(29,30), 전당(31), 전분(32) 등의 화학 성분의 분석은 상법에 따라 분석하고 가용성 탄닌은 Folin-Denis법(20)으로 정량하여 시료의 전처리 및 저장조건에 따른 저장효과를 시험하였다. 화학 성분분석은 3회 반복으로 실험하여 신선물에 대한 평균값으로 나타내었다. 또한, 수침되지 않은 시료를 대상으로 하여 발아율, 부패율, 중량감소율, 조직(경도), 색도(Hunter L, a, b, ΔE)등 물리적 특성을 조사하였으며 이 때 물리적 시험은 10회 이상 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

2차년도에서는 저장전처리 조건 및 CA저장조건이 밤의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 저장 후 4개월 간격으로 중량변화율, 수분함량(28), 부패율, 색도(Hunter L, a, b)에 대한 물리적 품질특성을 측정하였으며 화학적 품질특성분석으로 전당은 phenol-H_2SO_4법(32)을 사용하였고, HPLC를 사용하여 유리당을 분석(29,30)하

였고, 수용성 탄닌은 1차년도와 동일한 Folin-Denis법(32)을 사용하여 측정하였다. 화학성분 분석시 개체간의 특성에 따른 오차를 줄이기 위해서 10-15개의 시료에서 골고루 sample을 채취하여 3회 반복 측정한 후 신선물에 대한 평균값으로 나타내었다.

3차년도에서는 2년차 실험항목에 Vit C 분석(33)을 추가하여 저장 후 2개월 간격으로 중량변화율, 곰팡이 발생율, 색도(Hunter L, a, b), Vit C(33), 수용성 탄닌(32), sucrose함량을 측정하였으며 화학성분 분석시 개체간의 특성에 따른 오차를 줄이기 위해서 10개의 시료에서 골고루 sample을 채취하여 3회 반복 측정한 후 신선물에 대한 평균값으로 나타내었다.

감마선에 의한 밤 저장특성의 비교 연구에서는 시료의 수침, 감마선 조사 및 훈증처리, 밤의 가해해충 살충시험, 감마선 조사 밤의 화학적 및 관능적 품질 평가에 관한 실험을 수행하였는데 각 조건에 저장된 밤의 발아(근)율은 싹의 길이가 1㎜ 이상자란 것을 발아로 판정하여 백분율로 나타내었다. 부패율은 조사한 개체의 전체 수에 대한 부패 개체의 수를 백분율로 나타내었으며, 중량변화는 입고시 중량에 대한 감량율로써 나타내었다. 과육의 경도는 밤과육을 외부와 내부로 구분하여 과실경도계 (Atako Co., Japan)에 의해 ㎏ unit로 측정하였다. 과육의 기계적 색도측정에 있어서도 과육의 외부와 내부를 구분하여 color/color difference meter (Minolta, model CR-200, Japan)를 사용하여 Hunter's color value (L, a, b, ΔE)를 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 한편 훈증과 감마선 처리된 밤의 생리적 활성을 알아보기 위하여 호흡패턴을 실온(20±3 ℃)에서 KOH 흡수법(34)에 따라 ㎎/㎏/hr 단위로 측정하였다. 이때 물리적 시험은 10회 이상 반복으로, 성분분석은 3회 반복으로 실시하여 신선물에 대한 평균값으로 나타내었다. 밤 가해해충의 살충효과시험은 한국곤충명집과 분류기준(35)에 따라 동정된 해충을 대상으로 MBr 훈증 및 감마선 조사된 시료를 무처리 시료와 함께 실온(18±5℃)에 보관하면서 처리 후 3일, 17일, 23일 및 28일 간격으로 밤을 절개하여 해충의 사멸효과와 생육상태를 관찰하였

다. 밤의 품질에 관련된 화학성분으로서 수분, 전당, 환원당 및 비타민 C는 저장 중 일정 간격으로 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 수분은 105℃ 상압건조법(28), 환원당은 Somogyi변법(36), 총당은 25%-HCl로 가수분해한 후 Somogyi변법(36)에 의하여 측정하였으며, 비타민 C는 2,4-DNP colorimetry (33), 수용성 탄닌은 Folin-Denis법(32)을 이용하여 정량하였다. 밤의 관능적 품질로서는 생밤의 과피색 및 과육 절단면의 외관과 충해발생 등을 평가하였고, 아울러 수증기 증자 밤의 맛(taste)과 향미(flavor)는 8명의 선발된 검사요원에 의해 기호척도시험(hedonic scaling)(37)을 실시하였다.

제3절 결과 및 고찰

○ 밤의 CA저장기술 개발

1. 밤의 CA저장을 위한 기초자료

밤의 CA조건을 설정하기 위한 예비실험으로 환경기체조성을 산소 3%로 고정하고 탄산가스농도를 3, 5, 7, 12%로 설정하여 밤의 저장 중 호흡량, 중량감소율, 이화학적 성분을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 밤의 CA저장중 생이화학적 특성

1) 호흡량

저장조건의 결정에 중요한 지표가 되는 호흡량에 대하여 검토한 결과는 Table 3과 같다. 20℃에서 밤의 호흡량은 29.78 mg/kg/hr로 호흡량이 높은 과실이다. 온도를 0℃로 강하하였을 때 호흡량은 약 반인 16.45mg/kg/hr로 다른 과실과 비교해 보면 온도의 영향이 적은 과실이다.

한편 저장 온도를 동결점부근인 -3℃로 하였을 때의 호흡량은 0℃구와 유사한 경향이었으며 CA조건에 따른 경향은 전체적으로 보면 저온구보다 약간 호흡량이 적었

으며 산소농도를 고정하고 탄산가스 농도를 높임에 따라 호흡량이 다소 낮게 생성되었다.

Table 3. CO2 evolution of Chestnut

Storage condition	Respiration rate (CO2 mg/kg/hr)
20 ℃	29.78
0 ℃	16.45
- 3 ℃	14.75
CA(3%O2/3%CO2)	14.58
CA(3%O2/5%CO2)	14.36
CA(3%O2/7%CO2)	14.29
CA(3%O2/12%CO2)	14.25

2) **밤의 화학성분**

저장조건별 저장일수에 따른 밤의 화학성분의 변화를 보면 Table 4와 같이 과육내 수분함량은 전반적으로 초기 수분함량보다 약간 높은 수치를 나타내었다. 이러한 현상은 저장실 내 상대습도를 85-90% 수준으로 유지한 결과(38)라고 사료되며 과육의 위조현상을 받지 않아 밤의 가공시 결점이 되는 과육의 분할성이 적은 결과를 얻을 수 있다.

Table 4. Changes of chemical composition of chestnut according to storage conditions

Storage conditions (O2:CO2)	Moisture (%)	Reducing sugar (%)	Total sugar (%)	Starch (%)	Tannin (mg%)
0	62.35*	1.25	28.69	22.11	18.86
	61.19**	2.35	26.50	17.35	20.51
3	62.35	1.20	27.00	20.55	10.00
	61.05	2.00	26.50	16.00	17.71
CA(3:3)	63.20	0.85	25.00	30.50	11.00
	61.70	1.20	23.00	29.00	15.29
CA(3:5)	62.20	0.70	26.75	31.00	11.00
	60.28	1.15	25.91	30.50	16.36
CA(3:7)	62.70	0.60	27.14	31.50	10.52
	61.10	0.90	25.50	29.50	14.94
CA(3:12)	61.30	0.60	27.85	31.37	11.05
	61.57	0.94	25.15	29.38	12.54

Initial condition moisture : 60.79%, Reduced sugar : 0.41%, Total sugar : 29.12%, Starch : 33.45%, Tannin : 11.34 mg%
*: 6month after storage, ** : 9month after storage

밤은 수분 이외에는 대부분 전분으로 과실이라기 보다는 서류에 가까운 성분구성을 갖고 있다. 저장일수에 따른 이들 성분의 양상은 전분 함량은 감소하고 당류는 증가하는 경향이었다.

저장조건별 전분함량의 변화를 보면 저온구가 CA구보다 감소경향이 높았으며 온도별로는 0℃구가 -3℃구보다 감소경향이 약간 높게 나타났으며 CA조건별 감소경향은

그다지 차이가 없었다.

당류의 변화는 저장 중 저장일수가 경과함에 따라 증가하는 양상을 나타났으며 온도별 변화는 0℃구가 -3℃구보다 증가가 현저하였고 CA조건별로는 탄산가스의 농도가 높을수록 변화가 적었다.

밤의 tannin성분은 주로 gallic acid이며 이외에 3,6-digallol, pyrogallol 등이며 이러한 polyphenol성 물질은 밤과육에 존재하는 peroxidase, cytochrome oxidase에 의한 효소적 갈변의 주원인이 된다. 저장 중 밤 tannin의 변화는 전반적으로 저장일수가 경과함에 따라 현저히 증가하였다. 처리조건별로는 저온(0℃)구> 저온(3℃)> CA구의 순이었으며 CA조건별에 따른 변화는 큰 차이는 나타나지 않았다.

2. 밤의 CA 저장중 전처리 및 환경기체 조성에 따른 품질특성의 변화

1차년도의 실험결과를 토대로 하여 2차년도에서는 밤의 저장전처리와 CA저장조건에 따른 품질변화를 저장기간의 경과에 따라 물리적인 특성과 화학적인 특성으로 나누어 비교분석 하였다.

가. 물리적 품질특성

1) 중량감소율

2차년도 CA저장 중 밤의 중량감소율은 Table 5와 같이 저장 4개월째에는 0℃저온저장구와 CA저장구간의 중량감소율의 차이가 작았으나 저장 8개월째에는 0℃저온저장구의 경우 35 40%의 중량감소율을 나타내어 CA저장구의 중량감소율 12 19%에 비해 중량의 손실이 큰 것으로 나타났다.

-3℃저장구의 경우 얼음 coating의 영향으로 정확한 비교는 어려우나 저장 4개월째에는 0℃저장구와 마찬가지로 저온저장구와 CA저장구간의 중량감소율의 차이가 거의 없었으나 저장 8개월째에는 저온저장구가 32 35%의 중량감소율을 나타내었고 CA저장구의 겨우 저장 4개월째와 비슷한 중량을 나타내어 중량감소율의 변화가 거의

없는 것으로 나타났다. 온도에 따른 중량감소는 얼음 coating을 한 -3℃저장구가 0℃저장구보다 낮은 것으로 나타났다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 밤의 중량감소에 미치는 요인은 온도와 습도로 생각되며 중량감소를 억제하는데는 얼음 coating과 저온저장보다 상대습도가 높게 유지되는 CA저장고에서 저장하여 밤의 증산작용을 억제하는 것이 효과적인 것으로 사료된다.

Table 5. Changes of weight of chestnut during CA storage (Unit : %)

Temp.	O2/CO2	Pretreatment	Eungi			Chukpa		
			Storage period (month)			Storage period (month)		
			0	4	8	0	4	8
0℃	21%/0%	Non.	100	81.8	64.6	100	75.2	59.3
	1%/3%	Non.		85.2	84.6		88.9	82.2
		Benzoic acid		85.9	81.9		90.3	87.9
		High con. CO2		87.9	86.7		88.9	86.4
		γ-ray		89.4	86.8		92.5	88.4
-3℃	21%/0%	Non.		98.1	67.4		83.0	65.1
	1%/3%	Non.		112.0	111.1		107.8	107.1
		Benzoic acid		109.2	107.4		107.9	107.2
		High con. CO2		108.6	108.4		104.6	104.5
		γ-ray		104.8	104.1		110.1	105.0
	3%/8%	Non.		109.6	110.6		110.5	108.9
		Benzoic acid		111.4	111.9		112.0	111.9
		High con. CO2		106.2	104.1		109.5	105.2
		γ-ray		108.6	108.7		108.5	112.2

2) **수분함량**

얼음 coating으로 인하여 중량감소율만을 가지고는 위 사실에 대한 정확한 비교가 되지 않아 저장 8개월째의 시료에 대하여 수분함량을 측정한 결과 Table 6과 같이 나타났다.

저온저장구의 시료는 27 43%의 낮은 수분함량을 나타내었으며 -3℃ 저온저장구의 수분함량이 약간 더 높게 나타났다. CA저장구에서는 0℃ 은기품종의 경우 51 57%의 수분함량을 나타내었으며 축파의 경우 58 62%의 수분함량을 나타내어 저장초기 수분함량에 비해 감소하였다. -3℃ CA저장구에서는 품종에 관계없이 수분함량이 저장초기와 같거나 증가하는 경향을 나타내어 얼음 coating과 CA저장을 병행하여 밤의 수분함량 감소를 억제할 수 있음을 알 수 있었다.

Table 6. Changes in moisture contents of chestnut during CA storage (Unit:%)

Temp.	O2/CO2	Pretreatment	Eungi		Chukpa	
			Storage period (month)		Storage period (month)	
			0	8	0	8
0℃	21%/0%	Non.	62.0	33.8	64.5	26.8
	1%/3%	Non.		56.6		61.6
		Benzoic acid		50.6		57.9
		High con. CO2		55.9		57.6
		γ-ray		53.0		59.6
-3℃	21%/0%	Non.		43.3		37.5
	1%/3%	Non.		63.6		65.9
		Benzoic acid		62.9		65.7
		High con. CO2		62.2		64.4
		γ-ray		63.6		65.7
	3%/8%	Non.		64.5		61.4
		Benzoic acid		63.3		65.4
		High con. CO2		64.0		66.3
		γ-ray		62.0		66.2

3) **부패율**

Table 7에서와같이 0℃ 저온 저장구는 은기, 축파 모두 20%이상의 부패율을 나타내었으며 CA저장구에서도 10% 이상의 부패율을 나타내었다. -3℃ 저온저장구에서는 은기의 경우 15% 정도의 부패율을 나타내었으나 축파는 20%의 부패율을 나타내었으며 CA저장구에서는 처리조건에 따라 다르나 2.5 10%의 부패율을 나타내었다. 부패율의 경우 품종에 따라서도 차이가 있었는데 같은 조건에서는 은기 품종이 축파품종에 비해 낮은 부패율을 나타내었다. 전처리조건에 따른 부패율은 무처리구보다 처리구가 전반적으로 낮은 부패율을 나타내었으며 전처리 조건간에서는 유의적으로 큰 차이는 나타나지 않았다.

Table 7. Rotting rate of chestnut during CA storage (Unit : %)

Temp	O2/CO2	Pretreatment	Eungi			Chukpa		
			Storage period (month)			Storage period (month)		
			0	4	8	0	4	8
0℃	21%/0%	Non.	0	0	20.0	0	2.5	25.0
	1%/3%	Non.		0	12.5		0	17.5
		Benzoic acid		0	7.5		0	15.0
		High con. CO2		0	10.0		0	15.0
		γ-ray		0	10.0		0	12.5
-3℃	21%/0%	Non.		0	15.0		0	20.0
	1%/3%	Non.		0	7.5		0	10.0
		Benzoic acid		0	7.5		0	7.5
		High con. CO2		0	5.0		0	7.5
		γ-ray		0	2.5		2.5	5.0
	3%/8%	Non.		0	7.5		2.5	10.0
		Benzoic acid		0	2.5		0	7.5
		High con. CO2		0	2.5		0	7.5
		γ-ray		0	2.5		0	7.5

4) **과육색도**

CA저장중 밤의 색도의 변화는 Table 8, 9와 같은데 0℃ 저장구의 경우 L값은 증가하는 경향을 나타내었으며 b값은 은기의 경우저장초기와 거의 같았으며 축파의 경우 CA저장구에서는 감소하는 경향을 나타내었으며 축파의 저온저장은 건조현상으로 인해 저장초기와 거의 같은 값을 나타내었다.

-3℃ 저장구의 경우 L값은 축파 저온저장구를 제외하고는 모든 실험구간에서 증가하는 경향을 나타내었으며 b값은 CA저장구에서는 은기와 축파 모두 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 저온저장구에서는 감소하였다가 증가하는 경향을 나타내었다. 수분의 손실이 거의 없는 -3℃ CA저장구에서의 계속적인 황색도의 감소현상과 0℃ 저온저장구보다 수분손실이 느리게 일어나는 -3℃저온저장구에서 황색도가 감소하다 증가하는 현상으로 미루어 보아 저장 4개월째의 0℃저장구에서 b값의 경향은 수분의 손실로 인하여 과육의 황색도가 증가한 것으로 보인다. 이상의 결과로 미루어보아 밤은 저장기간이 경과함에 따라 황색도가 감소하고 백색도가 증가함을 알 수 있었다.

Table 8. Changes in L, a and b value of chestnut during storage at 0℃ (Hunter color score)

Pretreatment & Storage conditions	Hunter color	Eungi			Chukpa		
		Storage period (month)			Storage period (month)		
		0	4	8	0	4	8
1/3 Non.	L	81.95	85.56	83.98	80.28	84.39	89.33
	a	-3.22	-4.44	-3.55	-3.23	-3.43	-3.9
	b	44.75	44.45	45.18	43.96	46.88	29.98
1/3 benzoic acid	L	81.95	85.44	84.71	80.28	83.34	87.95
	a	-3.22	-4.24	-2.92	-3.23	-4.32	-4.50
	b	44.75	49.18	42.94	43.96	49.12	37.90
1/3 High con. CO_2	L	81.95	86.84	85.00	80.28	83.66	88.51
	a	-3.22	-3.88	-3.27	-3.23	-2.67	-4.26
	b	44.75	45.7	40.94	43.96	48.80	33.87
1/3 γ-ray	L	81.95	86.49	84.46	80.28	86.59	85.43
	a	-3.22	-3.38	-3.22	-3.23	-4.00	-3.26
	b	44.75	40.96	45.96	43.96	41.5	42.95
Control	L	81.95	83.96	84.67	80.28	86.26	87.80
	a	-3.22	-3.74	-2.34	-3.23	-3.83	-3.88
	b	44.75	46.72	35.96	43.96	46.63	43.92

Table 9. Changes in L, a and b value of chestnut during storage at -3℃ (Hunter color score)

Pretreatment & Storage conditions	Hunter color	Eungi			Chukpa		
		Storage period (month)			Storage period (month)		
		0	4	8	0	4	8
1/3 Non.	L	81.95	85.40	85.74	80.28	85.47	87.94
	a	-3.22	-4.26	-3.24	-3.23	-4.53	-4.30
	b	44.75	37.34	37.06	43.96	38.27	31.06
1/3 benzoic acid	L	81.95	86.03	86.05	80.28	85.79	88.42
	a	-3.22	-4.84	-3.37	-3.23	-5.28	-4.67
	b	44.75	37.44	35.87	43.96	41.26	33.19
1/3 High con. CO2	L	81.95	86.27	87.53	80.28	82.33	87.91
	a	-3.22	-5.24	-4.64	-3.23	-4.11	-4.57
	b	44.75	38.69	35.6	43.96	43.04	36.03
1/3 γ-ray	L	81.95	85.60	89.28	80.28	87.58	88.38
	a	-3.22	-5.04	-3.74	-3.23	-4.88	-4.11
	b	44.75	36.61	26.74	43.96	35.31	32.08
3/8 Non.	L	81.95	84.55	86.31	80.28	85.71	86.61
	a	-3.22	-4.87	-3.71	-3.23	-4.61	-4.41
	b	44.75	40.73	37.00	43.96	37.68	34.01
3/8 benzoic acid	L	81.95	87.21	87.95	80.28	86.15	88.29
	a	-3.22	-4.92	-4.06	-3.23	-5.07	-4.36
	b	44.75	34.66	30.89	43.96	40.84	31.88
3/8 High con. CO2	L	81.95	86.36	88.44	80.28	86.47	88.59
	a	-3.22	-5.4	-4.03	-3.23	-5.13	-3.95
	b	44.75	37.19	33.82	43.96	37.87	29.63
3/8 γ-ray	L	81.95	85.44	85.30	80.28	86.88	87.72
	a	-3.22	-5.48	-4.38	-3.23	-4.21	-4.1
	b	44.75	38.22	36.17	43.96	32.36	31.92
Control	L	81.95	84.66	87.22	80.28	89.93	89.20
	a	-3.22	-3.39	-3.75	-3.23	-4.71	-4.10
	b	44.75	40.91	43.17	43.96	35.47	41.20

나. 화학적 품질 특성

1) 전당함량

전당 함량의 변화는 Phenol-H2SO4 법을 사용하여 측정하였는데 0℃저장구에서는 저온저장의 경우 저장기간이 경과함에 따라 당함량이 크게 증가하였고, -3℃저온저장구의 경우 0℃ 저장구보다는 작으나 당함량의 증가를 나타내었다.

0℃ CA저장구의 경우 저장 4개월째보다 당함량이 증가하였으며 -3℃ CA저장구의 경우에는 저장 4개월째의 당함량 증가 이후 저장 8개월째에는 저장 4개월째와 비슷한 당함량을 유지하여 당함량의 증가가 미미하였고 모든 온도구간에서 저온저장구보다 CA저장구의 당함량의 증가가 낮게 나타났다. 품종에 따라서는 은기품종이 축파품종에 비해 당함량이 높은 편이었으며 환경기체 농도에 따른 전당함량 변화의 차이는 거의 없었다.

Table 10. Changes in total sugar contents of chestnut during CA storage

(unit: g/100g)

Temp	O2/CO2	Pretreatment	Eungi			Chukpa		
			Storage period (month)			Storage period (month)		
			0	4	8	0	4	8
0℃	21%/0%	Non.	4.5	13.2	22.5	4.9	16.6	22.9
	1%/3%	Non.		12.9	18.9		12.5	18.7
		Benzoic acid		10.4	19.7		10.7	19.0
		High con. CO2		10.3	17.3		12.5	17.7
		γ-ray		15.2	19.3		13.11	16.8
-3℃	21%/0%	Non.	4.5	12.5	16.3	4.9	11.2	17.4
	1%/3%	Non.		9.9	10.4		9.1	8.7
		Benzoic acid		8.5	10.5		8.1	9.9
		High con. CO2		9.1	10.8		8.5	12.5
		γ-ray		10.7	10.1		10.1	10.7
	3%/8%	Non.		9.0	10.7		7.7	9.8
		Benzoic acid		9.8	10.3		7.4	10.1
		High con. CO2		8.3	9.3		7.6	10.0
		γ-ray		9.2	9.4		7.9	10.1

2) **유리당함량**

밤의 저장시 유리당의 함량변화는 Table 11, 12**와 같은데 밤에 함유되어 있는 주요 구성당은** sucrose **와** maltose**인 것으로 나타났으며 저장기간이 경과함에 따라 소량의** glucose**와** fructose**가 검출되었다.** 0℃ **저장구에서 은기의 경우 저장** 8**개월째에** glucose**와** fructose**가 검출되었으며 축파의 경우 저장** 4**개월째부터** glucose**와** fructose**가 검출되었다.** -3℃ **저장구에서는 은기의 경우 저장** 8**개월째에** 1%/3% CA**저장구와 저온저장구에서** gluctose**와** fructose**가 검출되었으며 축파의 경우에는 저장** 4**개월째에 저온저장구에서** fructose**가 검출되었고 저장** 8**개월째에는** 3%/8% CA**저장구에서** fructose**가 검출되었다.**

Table 11. Changes in free sugar contents of chestnut during storage at 0℃

(Unit: g/100g f.w.)

Pretreatment & Storage conditions	Sugar	Eungi			Chukpa		
		Storage period (month)			Storage period (month)		
		0	4	8	0	4	8
1/3 Non.	Fructose	-	-	-	-	0.095	0.094
	Glucose	-	-	-	-	-	0.12
	Sucrose	1.41	12.36	11.39	1.57	11.49	7.41
	Maltose	0.29	0.57	0.85	0.27	0.60	0.72
1/3 benzoic acid	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	0.06	-	-	0.28
	Sucrose	1.41	9.80	12.88	1.57	8.30	9.40
	Maltose	0.29	0.48	0.84	0.27	0.60	0.85
1/3 High con. CO_2	Fructose	-	-	-	-	-	0.1
	Glucose	-	-	0.12	-	-	0.41
	Sucrose	1.41	9.44	10.77	1.57	11.72	11.53
	Maltose	0.29	0.52	0.27	0.27	0.53	0.39
1/3 γ-ray	Fructose	-	-	-	-	0.18	0.090
	Glucose	-	-	0.07	-	-	0.174
	Sucrose	1.41	13.23	12.77	1.57	11.69	8.49
	Maltose	0.29	0.54	0.75	0.27	0.99	0.726
Control	Fructose	-	-	0.21	-	0.14	-
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	10.89	11.16	1.57	14.85	12.12
	Maltose	0.29	0.47	0.28	0.27	0.75	0.23

Table 12. Changes in free sugar contents of chestnut during storage at -3℃

(Unit: g/100g f.w.)

Pretreatment & Storage conditions	Sugar	Eungi			Chukpa		
		Storage period (month)			Storage period (month)		
		0	4	8	0	4	8
1/3 Non.	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	-	-	-	
	Sucrose	1.41	7.44	5.84	1.57	5.97	7.58
	Maltose	0.29	0.63	0.55	0.27	0.594	0.70
1/3 Benzoic acid	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	0.06	-	-	-
	Sucrose	1.41	6.64	8.7	1.57	6.53	7.38
	Maltose	0.29	0.52	0.71	0.27	0.53	0.54
1/3 High con. CO2	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	0.084	-	-	-
	Sucrose	1.41	8.4	8.68	1.57	7.66	7.18
	Maltose	0.29	0.597	0.43	0.27	0.67	0.66
1/3 γ-ray	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	7.89	8.47	1.57	7.29	7.79
	Maltose	0.29	0.59	0.58	0.27	0.68	0.596
3/8 Non.	Fructose	-	-	-	-	-	0.19
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	6.55	6.42	1.57	5.59	5.16
	Maltose	0.29	0.65	0.48	0.27	0.56	0.69
3/8 Benzoic acid	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	7.18	7.35	1.57	7.14	5.57
	Maltose	0.29	0.59	0.64	0.27	0.58	0.65
3/8 High con. CO2	Fructose	-	-	-	-	-	-
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	5.5	6.13	1.57	6.41	6.19
	Maltose	0.29	0.59	0.57	0.27	0.57	0.49
3/8 γ-ray	Fructose	-	-	-	-	-	0.081
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	7.94	5.02	1.57	6.63	7.19
	Maltose	0.29	0.64	0.47	0.27	0.55	0.82
Control	Fructose	-	-	0.067	-	0.082	0.083
	Glucose	-	-	-	-	-	-
	Sucrose	1.41	11.15	15.37	1.57	10.33	13.24
	Maltose	0.29	0.66	0.73	0.27	0.55	0.54

저장 4개월 째에는 총 유리당 함량과 전당함량이 거의 일치하는 경향을 나타내었으나 저장 8개월 째에는 총 유리당 함량과 전당함량에 차이가 나타났다. 이러한 경향은 0℃저장구가 -3℃ 저장구에 비해 그 차이가 큰 것으로 나타났다.

이는 밤의 저장 중 밤 전분의 이화학적 특성이 변하여 생기는 결과로 저장기간이 경과함에 따라 수용성 전분 함량이 증가하여 전당 함량과 총 유리당 함량 사이에 차이가 생기고 이는 저장온도에 영향을 받는 것으로 생각된다.

3) **탄닌함량**

수용성 탄닌의 함량은 밤의 내부과육, 외부과육 그리고 혼합한 것을 측정하였다. 저장조건에 따른 내부과육의 수용성 탄닌함량의 변화는 0℃의 경우 저장 4개월째까지는 모든 실험구에서 증가하는 경향을 나타내었으며 저장 8개월째에는 건조현상으로 인해 내부, 외부로 분리측정이 불가능하였다.

-3℃저장구에서 내부과육의 수용성 탄닌함량의 변화는 대조구는 건조현상으로 인하여 저장 8개월째에는 내부, 외부과육의 분리가 곤란하였고 CA 저장구에서는 측정이 가능하였다. 1/3(O2%/CO2%) CA저장구에서는 은기와 축파 두 품종 모두 증가하는 경향을 나타내었으며 3/8(O2%/CO2%) CA저장구에서는 은기의 경우 전처리조건에 따라 저장 4개월째와 같거나 감소하는 경향을 나타내었으며 축파의 경우 모든 전처리조건에서 감소하는 경향을 나타내었다. 이상의 결과로 보아 밤의 내부과육의 탄닌 함량의 변화는 환경기체조성에 영향을 받는 것으로 사료된다.

외부과육의 수용성 탄닌함량의 변화는 내부과육의 변화와 마찬가지로 증가하는 경향을 나타내었다. 전체 과육의 가용성 탄닌함량은 품종에 따라 다른 양상을 나타내었다. 은기의 경우 방사선 조사구를 제외한 모든 0℃ 실험구간에서 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 나타내었고 축파의 경우 방사선 조사구에서는 계속 증가하는 경향을 나타내었으며 다른 0℃ 실험구간에서는 저장 4개월째까지 증가하였다가 저장 8개월째에는 저장초기와 비슷한 수준으로 감소하는 경향을 나타내었다.

-3℃저장구에서 외부과육의 수용성탄닌 함량변화는 환경기체조성과 관계없이 품종에 따라 다른 양상을 나타내었는데 은기의 경우 저장기간이 경과함에 따라 증가하는 경향이었고 축파의 경우에는 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 0℃ 저온저장구의 혼합과육 수용성 탄닌함량의 변화와 같은 결과였다. -3℃저장구의 혼합과육의 수용성탄닌 함량의 변화는 내부과육의 탄닌함량의 변화가 기체조성에 따라 다르므로 인하여 조금 불규칙한 경향을 나타내었으나 탄닌함량이 높은 외부과육의 함량의 변화와 유사한 경향을 나타내어 은기품종의 경우 저장 4개월째와 같거나 증가하는 경향이었으며 축파의 경우에는 1/3(O2%/CO2%) CA저장구의 방사선 조사처리구를 제외하고는 저장 4개월째와 같거나 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 밤의 부위별 탄닌함량은 저장 전기간에 걸쳐 껍질에 가까운 바깥쪽 과육의 함량이 높았으며 내부의 탄닌함량은 바깥쪽보다 낮은 경향을 나타내었으며 내부와 외부의 과육을 혼합하여 측정한 경우에는 그 중간값을 나타내었다.

Table 13. Water-soluble tannin contents of chestnut during CA storage(internal)

(Unit: mg%)

Temp.	O2/CO2	Pretreatment	Eungi			Chukpa		
			Storage period (month)			Storage period (month)		
			0	4	8	0	4	8
0℃	21%/0	Non.	102.0	144.4	-	122.3	174.4	-
	1%/3	Non.		137.2	-		139.6	-
		Benzoic acid		145.2	-		147.4	-
		High con. CO2		156.7	-		167.5	-
		γ-ray		162.3	-		150.1	-
-3℃	21%/0%	Non.	102.0	129.4	-		138.5	-
	1%/3%	Non.		110.1	116.7		113.5	115.2
		Benzoic acid		121.2	129.4		112.2	119.4
		High con. CO2		119.4	132.3		122.3	124.2
		γ-ray		122.7	123.4		117.4	120.3
	3%/8%	Non.		118.4	115.4		117.5	112.4
		Benzoic acid		116.3	119.2		122.5	107.6
		High con. CO2		116.5	116.2		124.4	112.3
		γ-ray		132.5	119.8		116.7	119.5

Table 14. Water-soluble tannin contents of chestnut during CA storage(external)

(Unit: mg%)

Temp.	O2/CO2	Pretreatment	Eungi			Chukpa		
			Storage period (month)			Storage period (month)		
			0	4	8	0	4	8
0℃	21%/0%	Non.	158.3	173.2	-	162.3	199.3	-
	1%/3%	Non.		161.3	-		154.4	-
		Benzoic acid		150.4	-		167.6	-
		High con. CO2		162.4	-		177.5	-
		γ-ray		175.6	-		178.8	-
-3℃	21%/0%	Non.		151.3	-		155.3	-
	1%/3%	Non.		134.2	146.2		160.2	131.4
		Benzoic acid		135.3	145.5		173.1	136.6
		High con. CO2		129.3	164.6		148.2	146.5
		γ-ray		135.4	140.2		146.2	156.7
	3%/8%	Non.		128.4	140.4		142.4	116.8
		Benzoic acid		120.2	135.3		132.6	118.4
		High con. CO2		118.4	134.5		167.6	134.5
		γ-ray		149.5	140.7		149.5	136.3

Table 15.Water-soluble tannin contents of chestnut during CA storage(total)

(unit:㎎%)

Temp	O2/CO2	Pretreatment	Eungi			Chukpa		
			Storage period (month)			Storage period (month)		
			0	4	8	0	4	8
0℃	21%/0%	Non.	124.4	145.3	161.2	142.3	177.3	172.4
	1%/3%	Non.		150.2	155.4		147.3	138.4
		Benzoic acid		148.3	150.8		159.2	131.2
		High con. CO2		169.5	190.1		170.5	145.2
		γ-ray		159.4	147.8		152.4	182.3
-3℃	21%/0%	Non.		143.2	186.2		147.2	210.1
	1%/3%	Non.		123.4	130.5		142.9	128.6
		Benzoic acid		128.4	134.2		147.2	127.4
		High con. CO2		126.3	138.3		126.6	139.5
		γ-ray		131.4	135.4		126.6	154.2
	3%/8%	Non.		125.6	123.2		143.2	134.1
		Benzoic acid		116.4	132.6		127.2	107.1
		High con. CO2		116.2	126.5		136.4	126.3
		γ-ray		140.3	137.3		125.4	133.1

3. 밤의 전처리 및 저장조건에 따른 품질변화

1, 2차년도의 실험결과를 도태로 밤의 최적 CA저장조건확립 및 밤의 저장에 있어서 가장 큰 문제점인 표면 곰팡이 억제를 위한 환경기체의 살균에 대한 실험을 수행하였다.

가. 물리적 품질변화

1) 중량감소율

3차년도 CA저장에서 중량감소율은 CA저장구에서는 ice coating 처리로 인하여 중량이 다소 증가하였다가 저장기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내었으며 저온저장구에서는 저장 4개월째부터 계속적으로 감소하였는데 이는 CA저장의 경우 기밀성이 있으므로 저온저장에 비해 icr-coating 효과가 오래 지속되어 밤의 중량감소가 억제되어 나타나는 현상으로 사료된다.

Table 16. Changes of weight of chestnut during CA storage (Unit: %)

Temp	O2/CO2	Pretreatment	Eungi					Chukpa				
			Storage period (month)					Storage period (month)				
			0	2	4	6	8	0	2	3	6	8
-2.5℃	21%/0%	Control	100	102.2	97.8	96.6	89.2	100	99.5	97.6	95.4	92.4
	3%/8%	Non.		102.2	104.9	103.8	98.1		100.5	100.7	98.8	97.5
		benzoic acid		101.8	103.8	102.2	100.2		100.0	100.2	99.5	98.2
		UV		102.5	103.8	102.9	99.5		99.9	100.8	99.0	97.8

2) 곰팡이 발생율

밤 CA저장에서 어려운 점은 습도를 높게 할 경우 밤의 수분유지 및 중량감소는 억제되나 곰팡이가 많이 발생하며 습도가 낮을 경우 건조가 쉽게 일어나 과육과 과피가 분리되거나 내부과육이 분할되는 현상을 나타내는 것이다.

본 연구에서는 고습도의 CA저장중 발생하는 곰팡이를 억제하고자 화학적인 전처리

및 물리적인 처리를 하여 저장실험을 수행하였는데 곰팡이 발생율의 경우 무처리 CA 저장구에 비하여 저장 chamber내의 공기를 살균하는 UV살균구와 Benzoic acid처리구가 낮은 발생율을 나타내어 곰팡이 발생억제에 효과가 있음을 알 수 있었다.

저장밤의 발아는 저장 2개월째에는 모든 저장구간에서 관찰되지 않았으며 저장 4개월째에는 UV 살균처리구에서 UV lamp 근처에 있는 상자에서 소량 관찰되었는데 이는 chamber 구조상 UV lamp 근처의 온도가 다른 곳의 온도보다 높아 발생한 현상으로 사료되어 이를 개선하여 온도 편차가 없도록 하는 것이 중요할 것으로 생각되며 UV 살균처리구의 곰팡이 발생율은 다른 처리구보다 낮은 것으로 나타나 효과가 있는 것으로 판단되었다.

Table 17. Mold occurrence rate of chestnuts during CA storage (Unit: %)

Temp	O2/CO2	Pretreat-ment	Eungi					Chukpa				
			Storag period (month)					Storag period (month)				
			0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
	21%/0%	Control	0	1.2	1.5	-	-	0	2.5	3.5	-	-
-2.5℃		Non.		1.2	1.8	7.7	9.5		2.1	4.7	9.1	11.5
	3%/8%	benzoic acid		0.6	1.3	5.6	7.8		2.6	3.6	6.2	8.1
		UV		0.5	1.4	4.2	6.4		2.0	3.8	5.8	7.9

3) **과육색도**

저장 중 색도는 시료 10개의 L, a, b값을 비교하여 보았는데 저장 4개월 째까지 큰 변화가 없었으며 축파 품종에서 황색도를 나타내는 b값이 조금 증가한 것이 관찰

되었다.

Table 18. Changes in L, a, b value of chestnut during CA storage

Pretreatment	Hunter color	Eungi					Chukpa				
		Storag period (month)					Storag period (month)				
		0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
Non.	L	87.17	86.46	84.93	85.44	87.98	87.98	84.01	86.58	86.83	87.39
	a	-5.42	-5.84	-5.39	-6.19	-5.78	-5.57	-4.94	-5.42	-6.52	-6.36
	b	38.26	36.24	38.83	33.37	34.40	36.22	38.59	40.14	42.68	38.62
benzoic acid	L	87.17	84.94	86.27	87.36	87.03	87.98	84.18	86.18	87.61	88.97
	a	-5.42	-4.95	-5.79	-5.80	-5.77	-5.57	-5.67	-5.47	-5.99	-5.50
	b	38.26	34.89	35.31	34.38	35.22	36.22	43.78	40.57	38.62	32.28
UV	L	87.17	85.72	85.42	84.65	88.08	87.98	85.98	86.19	85.69	88.13
	a	-5.42	-5.77	-4.52	-7.15	-6.15	-5.57	-5.93	-5.96	-6.25	-5.30
	b	38.26	36.82	32.50	37.76	38.97	36.22	41.12	37.83	45.45	34.08
Control	L	87.17	86.57	86.71	84.27	87.16	87.98	85.52	85.85	88.22	88.75
	a	-5.42	-4.91	-5.16	-6.22	-5.74	-5.57	-5.99	-6.05	-6.50	-6.46
	b	38.26	32.00	37.85	33.11	34.29	36.22	42.19	40.22	38.50	36.87

나. 화학적 품질변화

1) Ascorbic acid함량

저장 2개월째 ascorbic acid 함량의 변화는 저온저장구와 UV 살균처리구가 다른 실험구보다 다소 많이 감소한 것으로 관찰되었으며 품종에 따라서는 축파품종이 은기품종보다 많이 감소한 것으로 나타났다.

산화형 ascorbic acid의 변화는 총 ascorbic acid의 변화와 유사한 경향을 나타내어 저장 2개월째까지는 실험구간에 따른 차이가 미미하였으나 저장 4개월째에는 저온저장구에서의 감소가 CA저장구보다 큰 것으로 나타났다.

Table 18. Changes in total ascorbic acid contents of chestnut during CA storage

(Unit: mg/100g)

Temp	O2/CO2	Pretreatment	Eungi					Chukpa				
			Storage period (month)					Storag period (month)				
			0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
-2.5℃	21%/0%	Control	28.91	24.47	21.63	20.4	12.3	30.18	24.47	20.19	19.8	14.29
	3%/8%	Non.		26.63	23.20	18.94	17.36		25.01	21.66	18.12	14.69
		benzoic acid	28.91	28.19	24.61	19.19	15.21	30.18	25.68	23.42	18.04	13.55
		UV		24.64	23.92	17.2	13.67		24.64	22.13	17.9	13.65

Table 19. Changes in oxidized ascorbic acid contents of chestnut during CA storage

(Unit: mg/100g)

Temp.	O2/CO2	Pretrement	Eungi					Chukpa				
			Storage period (month)					Storage period (month)				
			0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
-2.5℃	21%/0%	Control	5.73	5.32	2.94	6.31	2.73	5.19	4.83	2.60	8.2	3.74
	3%/8%	Non.		4.86	3.19	6.53	3.77		4.79	3.07	6.01	4.33
		benzoic acid		5.28	3.54	7.21	3.16		5.11	3.22	6.36	4.20
		UV		5.09	3.26	4.83	2.24		4.70	3.13	6.99	3.68

2)**탄닌함량**

가용성 탄닌의 함량은 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 은기 품종의 경우 저온저장구에서의 증가가 관찰되었으며 축파 품종의 경우 CA저장구에서의 증가가 관찰되어 상반된 결과를 나타내었다. 또한 발아가 관찰되었던 UV 살균처리구의 경우 두 품종 모두에서 다른 처리구에 비해 작은 증가량을 나타내어 밤에서 탄닌의 함량은 발아와 상당한 연관성이 있는 것으로 생각되었다.

Table 20. Changes in soluble tannin contents of chestnut during CA storage

(Unit: mg/100g)

Temp.	O2/CO2	Pretrement	Eungi					Chukpa				
			Stroage period (month)					Stroage period (month)				
			0	2	4	6	8	0	2	4	6	8
-2.5℃	21%/0%	Control	104.1	121.0	132.9	153.1	144.2	106.7	140.7	138.5	132.9	145.1
	3%/8%	Non.		137.3	124.0	140.2	136.9		140.7	137.3	142.8	148.6
		benzoic acid		133.4	124.9	156.1	145.1		150.5	133.7	142.4	142.1
		UV		105.2	126.1	153.9	142.9		122.3	129.9	119.7	142.9

3) Sucrose**함량**

밤의 저장 중 sucrose 함량의 변화는 품종과 저장방법에 따라 다소 다른 경향을 나타내었는데 은기 CA저장구의 경우 초기치와 거의 같은 함량을 나타내었으며 저온저장구의 경우 계속적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 축파 CA저장구의 경우 초기치와 거의 같은 함량을 나타내었으나 저온저장구는 은기와는 달리 계속 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 21. Changes in sucrose content of chestnuts during CA storage

(Unit: 100g/g)

Temp.	O2 /CO2	Pretrement	Eungi				Chukpa			
			Storage period (month)				Storage period (month)			
			0	2	4	6	0	2	4	6
-2.5℃	21%/0%	Control	1.37	2.82	2.92	3.16	2.85	3.13	1.87	1.98
	3%/8%	Non.		2.74	2.15	1.96		1.87	2.22	2.49
		benzoic acid		2.46	2.86	1.28		1.54	3.18	2.00
		UV		3.39	2.35	1.8		1.79	3.04	2.04

○ 감마선에 의한 밤 저장특성의 비교 연구

1. 수침처리 밤의 감마선 조사 후 저장안정성

현재 수확된 밤의 충해방지를 위해서 가공업계에서는 냉수에 장시간 (약 48시간) 침지하는 방법을 사용하고 있다. 그러나 이와 같이 수침 처리된 밤이 가공용으로 사용될 경우에는 별 문제가 없겠으나 저장용으로 쓰여질 경우에는 물리화학적 변화가 클것으로 예상되었다. 따라서 수확 후 밤의 수침처리 유무가 감마선 및 CA 저장시 시료의 이화학적 특성에 미치는 영향이 검토되었다.

가. 물리적 품질 특성

1) 발아(근)율

감마선 조사 후 대조구와 함께 저온 (0 ℃) 및 임의의 CA 조건 (O2 : CO2 % = 3 : 5, 0 ℃)에 저장하면서 발아율 (싹의 길이가 1 ㎜ 이상인 것)을 조사하여 본 결과는 Table 1 및 2와 같다. 대부분 저장기간의 경과로 발아율이 증가되어 감마선 조사 전 수침 처리한 구에서는 저장 9개월 후에 무처리 대조군이 약 7 %, 0.15 kGy 조사군이 약 9 18 %의 발아율을 보인 반면 0.25 및 0.35 kGy 조사구에서는 1 2 % 이

하의 발아율이 관찰되었다. 그러나 수침하지 않은 시료의 경우에는 두 저장조건 (0 ℃ 및 CA)에서 감마선 조사유무에 관계없이 발아현상이 거의 없었으므로 저장용 밤의 발아방지를 위해서는 수침처리는 피해야 할 것으로 나타났다

Table 1. Sprouting and rotting rates of gamma-irradiated chestnuts after 6(9) months of storage at 0 ℃

Quality parameter	Irradiation dose (kGy)							
	Soaking-pretreated				Unsoaked control			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
Sprouting rate (%)	0(7)	0(18)	0(1)	0(0)	0(0)	0(0)	0(2)	0(0)
Rotting rate (%)	11(41)	9(54)	6(37)	10(46)	0(6)	2(6)	1(21)	4(26)

Table 2. Sprouting and rotting rates of gamma-irradiated chestnuts after 6(9) months of storage at controlled atmosphere (O_2 : CO_2 % = 3 : 5, 0 ℃)

Quality parameter	Irradiation dose (kGy)							
	Soaking-pretreated				Unsoaked control			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
Sprowting rate (%)	0(7)	0(9)	0(2)	0(0)	0(0)	0(1)	0(1)	0(0)
Rotting rate (%)	7(37)	3(44)	6(37)	4(46)	1(15)	3(9)	4(17)	5(20)

2) **부패율**

저장 밤의 부패현상은 저장 초기부터 나타나기 시작하여 저온 (0℃, Table 1) 및 CA 조건 (Table 2)에서 저장 9개월 후에는 수침 처리구가 약 37 54 %, 비수침구가 약 6 26 % 수준으로 수침 처리에 따라 상당히 높은 부패현상이 나타났다. 또한 비수침구에서도 대조구나 0.25 kGy 이상의 높은 선량 조사구보다는 0.25 kGy 이하나 0.15 kGy 조사구에서 부패현상이 상당히 낮게 나타났다.

3) **중량감소율**

저장 중 생밤의 선도유지와 가장 밀접한 관계가 있는 증량감소율은 Table 3 및 4와 같다. 먼저 저온 저장의 경우 6개월 저장 이후부터 약 2 8 %의 중량감소율을 보였으나 저장 9개월 후에는 선량에 따라 차이는 있으나 4 14 % 수준으로 감마선 조사구에 비해 대조구에서 다소 높은 값을 보였고, 적정선량 범위의 감마선 처리구에서도 5 6 %의 감소율을 나타내었다. 그러나 CA 저장군에서는 밀폐된 chamber 내에 시료가 저장되었으므로 저장 9개월까지도 2 4 %의 매우 낮은 감소율을 나타내었다.

Table 3. Changes in weight loss of gamma-irradiated chestnuts during storage at 0 ℃ (unit : %)

Storage period (months)	Irradiation dose (kGy)							
	Soaking-pretreated				Unsoaked control			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1.45	0.55	1.08	3.82	1.69	0.91	0.75	4.81
6	4.85	2.23	4.09	5.77	5.13	3.79	2.42	7.11
9	9.43	8.00	5.45	4.35	14.17	11.29	6.09	12.36

4) **과육 경도**

수침 처리하지 않고 저장된 밤의 내부 과육에 대한 경도를 경시적으로 측정해 보았다. Table 5**와 같이 감마선 처리 직후 과육의 경도는 거의 변화되지 않았으며, 저장기간의 경과로 전반적인 감소현상이 나타났다. 그러나 저장 9개월에는 대조구에 비해 감마선 조사구의 경도가 다소 높은 값이며,** CA **저장 시료의 경도값이 가장 높게 나타났다.**

Table 4. Changes in weight loss of gamma-irradiated chestnuts during storage under controlled atmosphere (O2 : CO2 % = 3 : 5, 0 ℃) (unit : %)

Storage period (months)	Irradiation dose (kGy)							
	Soaking-pretreated				Unsoaked control			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1.02	0.29	0.36	0.58	0.57	0.24	0.38	0.70
6	2.39	1.43	1.46	2.55	2.04	0.89	1.44	3.17
9	3.11	2.06	2.00	2.69	4.29	1.54	1.76	3.92

Table 5. Hardness of internal flesh of gamma-irradiated chestnuts during storage (unit : kg)

Storage period (months)	Irradiation dose (kGy)							
	Low temperature (0 ℃)				CA (O2:CO2 %=3:5)			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74	0.74
3	0.71	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.72
6	0.70	0.72	0.72	0.73	70.73	0.72	0.72	0.72
9	0.71	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72

5) **과육 색도**

저장밤의 과육색도를 Hunter L **(명도/백색도) 및** ΔE **(전반적 색차) 값으로 구분하여** color/color difference meter**로 측정해 본 결과,** Table 6 **및** 7**과 같이 감마선 조사와 저장조건에 따라서 거의 변화되지 않았으나, 저장기간의 경과로 백색도의 감소와 전반적 색차 값의 증감현상이 다소 나타났다.**

Table 6. Changes in Hunter color L value (whiteness) of internal flesh of gamma-irradiated chestnuts during storage

Storage period (months)	Irradiation dose (kGy)							
	Low temperature (0℃)				CA (O2:CO2 %=3:5)			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	88.27	89.01	88.41	88.82	88.57	88.95	88.67	88.34
3	90.40	90.73	88.99	90.03	89.07	90.12	90.07	89.61
6	89.19	89.40	89.37	89.95	90.35	90.65	69.87	73.04
9	88.21	87.84	86.37	86.18	87.36	86.88	88.89	87.25

나. 화학적 품질 특성

신선 밤의 저장중 품질변화와 관련된 수분, 당, 비타민 C, 수용성 탄닌 등의 함량을 저온 및 CA 조건에 소규모로 저장하면서 9개월 동안 경시적으로 측정해 보았다. 수분함량은 저장초기 62 63% 범위였던 것이 저장기간의 경과로 다소 감소되는 경향이었으나 CA 저장구에서는 저온 저장군보다 변화의 폭이 작았고, 감마선 처리 등에 따른 변화는 거의 나타나지 않았다(23). 또한 총당의 함량은 저장초기 28% 수준이었던 것이 저장기간의 경과로 점차 감소되어 25 27% 수준으로 낮아졌고, 대조구는 감마선 조사구보다 변화율이 다소 크게 나타났다.

Table 7. Changes in Hunter color ΔE value of internal flesh of gamma-irradiated chestnuts during storage

Storage period (months)	Irradiation dose (kGy)							
	Low temperature (0 ℃)				CA (O2:CO2 %=3:5)			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	21.32	20.72	21.65	21.66	22.82	22.35	20.21	23.23
3	21.13	20.52	20.64	20.86	21.80	22.12	19.77	22.16
6	20.58	20.03	17.65	18.86	18.69	17.72	18.83	20.20
9	19.76	22.05	23.46	21.29	19.82	22.18	22.80	18.63

Table 8. Changes in total sugar contents of gamma-irradiated chestnuts during storage (unit : %, f.w.)

Storage period (months)	Irradiation dose(kGy)							
	Low temperature(0℃)				CA(O2:CO2%=3:5)			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	28.24	28.12	28.02	28.84	28.24	28.12	28.02	28.84
3	28.69	28.36	28.34	28.08	26.75	27.76	28.21	28.64
6	27.73	28.31	27.81	27.02	25.32	27.72	28.24	28.34
9	25.91	27.12	27.23	27.05	25.91	27.05	27.48	27.16

Table 9. Changes in vitamin C contents of gamma-irradiated chestnuts during storage (unit : mg%, f.w.)

Storage period (momths)	Irradiation dose(kGy)							
	Low temperature(0℃)				CA(O2:CO2%=3:5)			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	18.97	14.63	14.52	14.10	18.97	14.63	14.52	14.10
3	16.86	13.44	14.43	13.63	16.94	13.89	13.79	13.22
6	11.73	11.09	11.78	11.13	11.96	12.60	11.63	12.80
9	9.68	10.96	10.38	10.49	9.38	10.29	9.82	10.20

Table 10. Changes in soluble tannins of gamma-irradiated chestnuts during storage (unit : f.w. mg/g)

Storage period (months)	Irradiation dose(kGy)							
	Low temperature(0℃)				CA(O2:CO2%=3:5)			
	0	0.15	0.25	0.35	0	0.15	0.25	0.35
0	11.34	10.10	11.29	10.02	11.34	10.10	11.29	10.02
60	10.86	9.38	10.90	10.69	11.29	9.29	10.49	9.89
120	9.53	10.00	10.18	9.74	10.96	8.11	8.17	9.93
180	10.51	10.05	10.75	10.59	10.36	9.72	9.04	9.90

이는 저장 중 밤의 발아 등 생리화학적 변화와 연관된 것으로서, 일반적으로 저온저장에서는 생체의 호흡작용 저하로 환원당의 축적이 일어나는 것으로 밝혀지고 있다. 또한 비타민 C의 함량은 저장초기 감마선 조사에 따라 감소되는 현상이 뚜렷이 나타났다. 그러나 저장 6개월 이후부터는 두 저장조건에서 대조군과 유사하거나 오히려 다소 높은 값을 나타내어 저장중 품질안정성 유지에 효과적이었다. 그리고 수용성 탄닌 함량에 있어서는 감마선 조사 직후 그 함량이 다소 낮아지거나 거의 변화가 없었으며, 저장기간의 경과로 점차 감소되는 경향이나 뚜렷한 변화는 없었고 저장 조건별 차이도 거의 나타나지 않았다.

이상의 결과에서 볼 때 저장 밤의 품질과 관련된 성분들의 함량은 적정선량 범위의 감마선 조사나 본 실험에 적용된 저장조건에서는 변화가 크지 않았다. 그리고 저장 밤에 대한 물리적 특성 변화 등을 종합 평가해 본 결과, 현행 업계에서 충해방지를 위해 사용하고 있는 수침방법은 저장 중 밤 과피의 곰팡이 발생과 발아·부패 현상 등 물리적 품질 변화를 쉽게 초래하는 것으로 나타났다. 또한 임의선량 범위의 감마선 조사, 임의 조건의 CA, 저온 등은 저장 밤의 발아, 부패, 중량 변화 방지를 가능하게 하였으며, 동시에 건전한 과육의 경도 및 색상 유지에도 효과적이었으므로 이에 대한 보다 선별된 조건의 차기년도 연구가 수행되었다.

2. 감마선과 CA 병용처리에 의한 밤의 저장효과 비교

본 실험에 사용된 밤은 '96년도 10월 충남 부여에서 수확된 은기 품종으로서, 저온(0℃)에서 3개월간 보관하였다가 발아억제 및 저장기간 연장을 목적으로 60Co 감마선을 조사하였다. 이는 밤의 수확시기가 편중되어 있어 감마선 조사 용량 등을 고려하여 조사시기를 수확 후 3개월로 선택하였다. 본 시료에 대해서는 1차년도와는 달리 수침처리 (냉수에서 약 48시간)를 하지 않고 전년도 실험 결과에서 발아율, 부패율 및 중량감소율이 가장 낮은 0.25 kGy를 적정선량으로 선정하여 플라스틱 용기 (25×45×25 ㎝H)에 포장하고 비조사 대조시료와 함께 저온 (0±1 ℃)과 controlled

atmosphere (CA, O2 : CO2 % = 1 : 3 %, 0℃) 조건에 저장하면서 품질 평가를 실시하였다. 저장 후 3개월 간격으로 발아, 부패, 경도, 색도((Hunter L, a, b, ΔE), 당, 비타민 C, 수용성 탄닌 등의 이화학적 특성과 맛(taste)과 향미 (flavor)에 대한 기호도(기호척도시험)의 변화를 측정 평가하였다.

가. 물리적 품질 특성

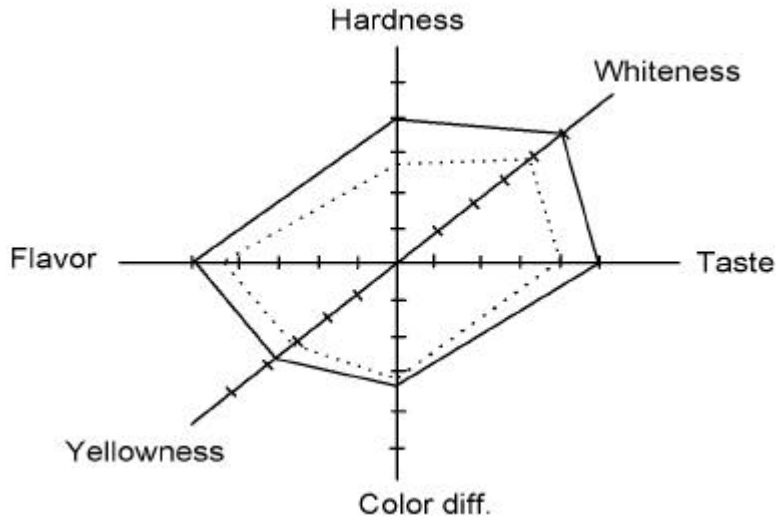
방사선 조사 후 대조구와 함께 저온(0 ℃)과 임의의 CA 조건(O2 : CO2 % = 1 : 3, 0 ℃)에 저장하면서 발아(싹의 길이가 1 ㎜ 이상인 것)와 부패상태를 조사하여 본 결과, 0.25 kGy의 방사선이 조사된 밤은 수확후 9개월까지 전혀 발아됨이 없이 양호한 상태를 유지하여 조 등(23)의 보고를 뒷받침하였다. 그러나 방사선을 조사하지 않은 대조시료는 수확후 4 개월경부터 발아가 시작되어 저온과 CA 저장 각각 저장 6 개월경에는 35 %와 80 % 이상이 발아현상을 보였다. 또한 저장 밤의 부패현상은 저장 초기부터 서서히 나타나기 시작하여 저온저장 비조사구가 약 45 %, 조사구가 약 15 %, CA 저장 비조사구가 약 10 %, CA 저장 조사구가 약 8 %로써 시료의 저장조건 및 감마선 조사유무에 따라 차이를 나타내었다.

밤의 선도와 가장 밀접한 관계가 있는 저장밤의 중량은 저장중 CA 저장구에서는 거의 변화가 없었으나 저온저장에서는 상대습도에 영향을 받아 다소 감소되었고 (38), 특히 대조구에서의 감소가 다소 심하였다. 과육의 경도에 있어서는 감마선 처리 직후 외부 경도는 감소되었고 내부 경도는 오히려 증가되었다 (Table 11). 그러나 저장기간의 경과로 과육의 외부 및 내부 경도는 전반적으로 감소되는 경향이었으나 (Fig. 1), 저장 6개월 이후에는 과육의 경도는 다시 증가되는 경향이었고, 저장조건 별로는 CA 저장에 비해 감마선 조사후 저온저장된 시료에서 외부경도가 높게 나타났으며, 과육의 내부 경도는 조사유무에 관계없이 유사하였다.

저장 밤의 과육색도를 Hunter color L, b 및 ΔE 값으로 구분하여 color/color difference meter를 사용하여 측정해 본 결과는 Fig. 1 및 Table 12, 13과 같다. 과

육의 백색도에서(Table 12) 감마선 조사 직후 외부과육의 명도/백색도는 조금(slight), 황색도는 다소(appliceable) 증가하였으나 내부과육의 색도는 거의 변화가 없었다. 저장기간의 경과에 따라 백색도는 대체로 감소하는 경향이었으나 저장후 6 개월경에는 백색도가 저장초기와 유사한 값을 보였다. 그러나 저온 저장구가 CA 저장구 보다 백색도의 감소가 다소 크게 나타났으며, 내부과육 보다는 외부 과육에서 변화가 다소 크게 나타났고 시료의 방사선 조사 유무에 따른 차이는 거의 없었다. 또한 황색도에 있어서는 감마선 조사 직후 다소 증가되었고, 저장기간의 경과에 따라 조금 낮은 값을 보였다. 그러나 내부과육의 황색도는 거의 일정한 값을 보였고, 외부과육의 황색도는 감소하였는데, 감마선 조사후 6개월간 저온 저장된 밤의 황색도가 가장 낮은 값을 나타내었다(Table 13). 그러나 시료의 전반적인 색차를 나타내는 ΔE 값은 전반적으로 감소되었는데 이는 저장기간의 경과로 색도가 전반적으로 부드러워졌다고 볼 수 있다. 특히 내부과육에 있어서 현저하게 나타난 이같은 현상은 시료의 색상이 백색화 되었음을 시사하였다.

(0℃, Control)



(0℃, 0.25 kGy)

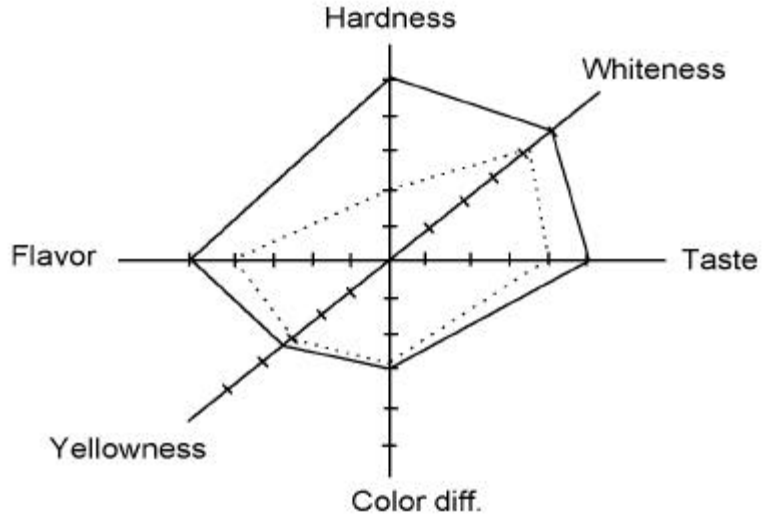


Fig. 1. Quality changes in chestnuts during storage at 0℃ for 3 months following gamma irradiation (— : before storage, ··· : after storage).

Table 11. Changes in hardness of chestnuts during storage following gamma irradiation[1] (unit : kg)

Storage period (days)	Irradiation dose (kGy)			
	Low temperature (0 ℃)		CA (O_2:CO_2 %=1:3)	
	0	0.25	0	0.25
External tissue[2]				
0	0.95	0.92	0.95	0.92
3	0.88	0.88	0.89	0.88
6	0.87	0.94	0.94	0.88
Internal tissue[2]				
0	0.79	0.83	0.79	0.83
3	0.71	0.75	0.73	0.77
6	0.80	0.80	0.78	0.72

1)Chestnuts were pre-stored at low temperature for 3 months before gamma irradiation.
2)External/internal hardness of chestnut flesh after harvest was about 0.95 and 0.79.

Table 12. Changes in Hunter color L value of internal flesh of gamma-irradiated chestnuts during storage

Storage period (days)	Irradiation dose (kGy)			
	Low temperature (0 ℃)		CA (O_2:CO_2 %=1:3)	
	0	0.25	0	0.25
External tissue				
0	84.67	85.24	84.67	85.24
3	80.54	79.19	78.01	79.87
6	82.66	81.43	83.61	83.98
Internal tissue				
0	86.69	87.19	86.69	87.19
3	83.70	84.96	82.40	84.02
6	86.38	86.10	88.05	87.32

Table 13. Changes in Hunter's color b value of irradiated chestnuts during storage

Storage period (days)	Irradiation dose(kGy)			
	Low temperature(0℃)		CA(O_2:CO_2%=1:3)	
	0	0.25	0	0.25
External tissue				
0	42.09	44.18	42.09	44.18
3	39.60	40.05	42.18	39.19
6	40.86	35.23	39.97	39.06
Internal tissue				
0	21.64	21.65	21.64	21.65
3	20.06	21.02	23.36	19.05
6	21.06	21.40	20.07	20.51

나. 화학적 품질 특성

밤의 저장 중 품질변화와 관련된 수분, 당, 비타민 C, 수용성 탄닌 등에 대하여 저온 및 CA 조건에 6개월간 저장된 시료의 함량변화를 경시적으로 측정해 보았다. 수분함량은 수확 후 64 65 % 범위였던 것이 감마선 조사 과정에서 62 64 % 내외로 감소되었다가 저장기간의 경과로 다시 증가하였다. 이는 저장고 내의 상대습도에 영향을 받은 것으로써(38), 시료의 부패 등 물리적 품질변화에 영향을 미칠 수 있으므로 적절한 습도관리가 요구되었다. 또한 저장구 간에는 거의 차이가 없었으며 대조구 보다는 방사선 조사구에서 다소 높은 값을 보였는데, 이는 조직의 경도 저하와 관련이 있다고 생각된다(39).

총당의 함량은 저장초기 28% 수준이었던 것이 감마선 조사로 다소 감소되었으나 저장기간의 경과로 처리구 간에 유사한 값을 보였다. 그러나 발아현상을 보였던 비조사 대조시료에서는 영양분의 소모로 환원당의 함량이 다소 낮게 나타났으나(38), 방사선 조사 시료는 대조구보다 상대적으로 낮은 생활작용을 하게되므로 환원당 함량이 다소 높게 나타났다(40).

가용성 탄닌의 함량은 저장 중 점차 감소하는 경향으로써 저장 6개월 후 저온저장에 비해 CA 저장구에서 상당히 높은 값을 보였고, 방사선 조사에 따른 영향은 거의 없었다. 또한 비타민 C의 함량에 있어서는 저장초기 방사선 조사에 따라 약 12 %가 감소되었고, 저장기간 중에는 전반적으로 감소하는 경향으로 수확 후 9개월, 즉 저장 후 6 개월경에는 전반적으로 낮은 함량을 나타내었다. 그러나 저장기간 중 감마선 조사구는 비조사 대조구에 비해 상당히 높은 수준의 안정된 함량을 유지하였고, CA 저장보다는 저온저장이 높은 값을 보였다 (Table 14).

한편 저장 밤을 수증기로 증자하여 관능적 품질을 맛과 향미로 구분하여 평가해 본 결과, Fig. 1과 같이 저장기간의 경과로 밤의 품질은 전반적으로 감소되었고, 이 같은 품질변화는 조사구 (0.25 kGy) 보다는 비조사 대조구에서 다소 현저하였다(24).

Table 14. Changes in vitamin C content of irradiated chestnuts during storage

(unit : mg%, f.w.)

Storage period (days)	Irradiation dose(kGy)			
	Low temperature(0℃)		CA(O_2:CO_2%=1:3)	
	0	0.25	0	0.25
0	18.17	15.89	18.17	15.89
3	12.86	16.83	10.95	7.16
6	9.97	13.22	3.35	6.33

1)Chestnuts were pre-stored at low temperature for 3 months before gamma irradiation.

이상의 결과에서 볼 때 저장 밤의 품질과 관련된 성분들의 함량은 적정선량 범위의 감마선 조사시 조사 직후에는 다소의 자극현상이 있어 조직연화, 비티민 C 감소 등의 현상이 일시적으로 나타났으나, 저장기간 중 발아억제 등 생리작용의 상대적 저하로 비조사 대조구 보다 안정된 품질을 유지할 수 있었다(38). 이와 같이 밤의 안전저장을 위하여 필수적인 밤의 발아방지는 적정선량의 감마선에 의해 가능하였지만(23), 현재 수출용 및 내수용 밤에 있어서 밤의 살충을 위하여 화학훈증제 (메틸브로마이드, 에피흄정 등)가 사용되고 있음을 감안할 때 이에 대한 체계적인 연구가 요망되었다. 따라서 3차년도에는 고품질의 생밤을 보다 효율적으로 저장하고 밤 해충 구제방안을 검토하기 위하여 감마선 조사와 methyl bromide 훈증처리에 의한 살충효과 확인과 품질에 미치는 영향을 검토하였다.

3. 감마선과 MBr 처리 밤의 살충효과 및 품질안정성

가.밤 해충의 살충효과

수확된 밤에 있어서 충해 (蟲害)발생의 심각성을 고려하여 밤의 충해방제 방법에 대하여 검토하였다. 지금까지 수확된 밤의 충해방지를 위해서는 훈증법, 저온저장법, 수침법 등이 주로 이용되고 있으나 처리용량, 폐수관리, 저장용량, 안전성 등의 측면에서 문제점이 지적되어 오고 있다. 또한 수출·입 밤의 경우에는 식물방역법규에 의거 국립식물검역소 지역검역소에서 원료산물에 대한 병해충 검역을 실시하고 있다.

본 실험에 사용된 밤의 가해해충을 동정하여 본 결과는 밤바구미 (*Curculio sikkimensis* Heller)와 복숭아명나방 (*Lichocrocis punctiferalis* Guenee) 등 2종으로 확인되었다. 시료에서 동정된 해충 가운데 특히 복숭아명나방은 북미지역의 미분포 종으로서, 미국이나 캐나다에 반입되는 각종 과실류는 물론 견과류의 검역대상 경계해충으로 지정되어 있다. 따라서 이상의 유기체들을 대상으로 MBr 훈증 및 감마선 조사에 따른 살충효과 시험을 수행하였다.

밤 종실 내에 존재하는 해충의 살충효과 시험에서 현행 MBr 훈증처리구에서는 처리 후 3일째 검사에서 두 종류의 해충에서 100 %의 치사율이 확인되었다 (Fig. 2). 그러나 감마선 조사시험에서 먼저 밤바구미는 처리 3일 후 절개 검사하여 본 결과, Fig. 2와 같이 0.5 kGy 이하의 감마선 조사구에서는 살충효과가 거의 나타나지 않았으나 1 kGy 이상 조사구에서는 살충효과를 보이면서 4 kGy의 고선량 조사구에서는 100 %의 치사효과를 나타내었다. 그리고 처리 후 17일째 검사에서는 1 kGy 조사구에서, 처리 후 23일이 지난 이 후에는 0.5 kGy 조사구에서도 100 %의 누적살충율을 나타내었다.

또한 복숭아명나방의 경우에도 MBr 훈증에 따른 살충효과는 처리 후 3일에도 분명히 나타났으며, 감마선 조사구에서는 밤바구미 보다 높은 감수성을 나타내었다 (Fig. 3). 즉, 처리 3일 후에 1 kGy 조사구에서도 높은 치사율을 보이면서 3 kGy 조사구에서는 100 %의 치사율이 나타났다. 조사 후 17일째에는 조사선량 2 kGy에서, 조사 후 28일에는 0.5 kGy 조사구에서 100 %의 누적사망율을 나타내었다 (Fig. 3). 이상의 결과에서 볼 때 현행의 MBr 훈증법은 밤 가해해충의 방제에 매우 효과적임이 확인되었으며, 감마선 조사의 경우에는 즉각적인 치사효과를 거두기 위해서는 3 kGy 내외의 높은 조사선량이 요구되었다. 그러나 감마선 조사 후 기간이 경과됨에 따라 가해 해충의 치사율은 크게 증가되어 0.5 kGy 조사구에서도 30일 이내에 100 %의 살충효과를 기대할 수 있었다.

나. 살충처리 밤의 생리적 특성

살충처리를 위한 훈증제와 감마선 처리가 밤의 호흡패턴에 미치는 영향을 알아보았다. Fig. 4에 나타난 바와 같이 실온 (23±3℃)에서 처리후 1일째에 조사선량의 증가에 따라 호흡량이 비례적으로 증가하였으며, 훈증처리에 의해서도 호흡량의 상승이 10 kGy의 감마선 조사구와 유사한 수준으로 상승됨을 알 수 있었다. 그러나 실온에서 기간이 경과됨에 따라 5 kGy 이하의 감마선 조사구에서는 호흡량의 변화가

완만하게 감소된 반면, 10 kGy 조사구와 훈증처리구에서는 호흡량의 상승이 심하여 밤의 생리적 변화가 심함을 알 수 있었다.

다. 살충처리 밤의 이화학적 품질 특성

살충 처리된 밤을 PVC 상자에 담아 구멍이 뚫린 polyethylene film(0.08 ㎜)으로 겉씌우기 하여 일정 온도(5±2℃)에 저장하면서 밤의 품질에 관련된 특성을 평가하였다. 물리적 품질로서는 발아율, 부패율, 중량변화, 충해발생율(외관), 경도, 색도 등을 측정하였고, 성분으로는 당, 비타민 C 등을 비교 분석하였다. 아울러 살충처리 밤의 외관과 과육의 품질을 관능적으로 평가하였다. 또한 이상의 결과를 종합하여 살충처리 방법 별 저장 밤의 품질 비교와 감마선 조사의 적정 조사조건을 알아보고자 하였다.

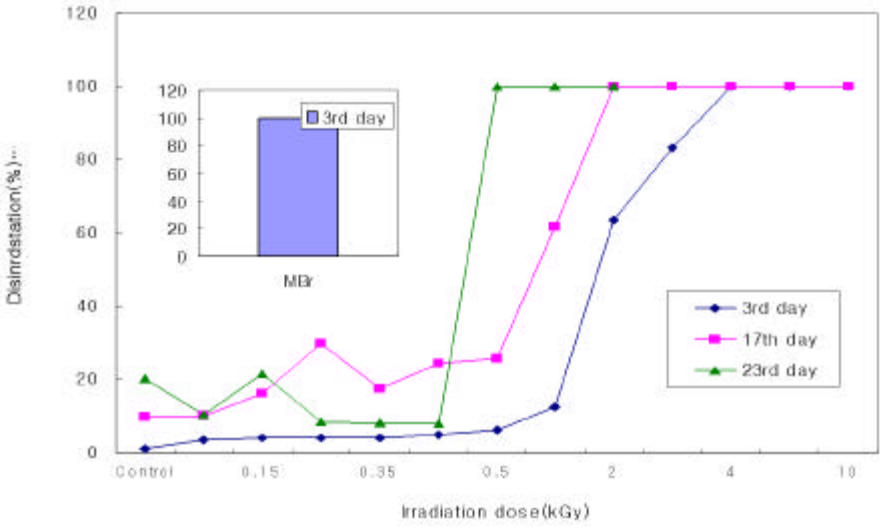


Fig. 2. Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation (MBr) on disinfestation of *Curculio sikkimensis* Heller (**밤바구미**) of chestnuts.

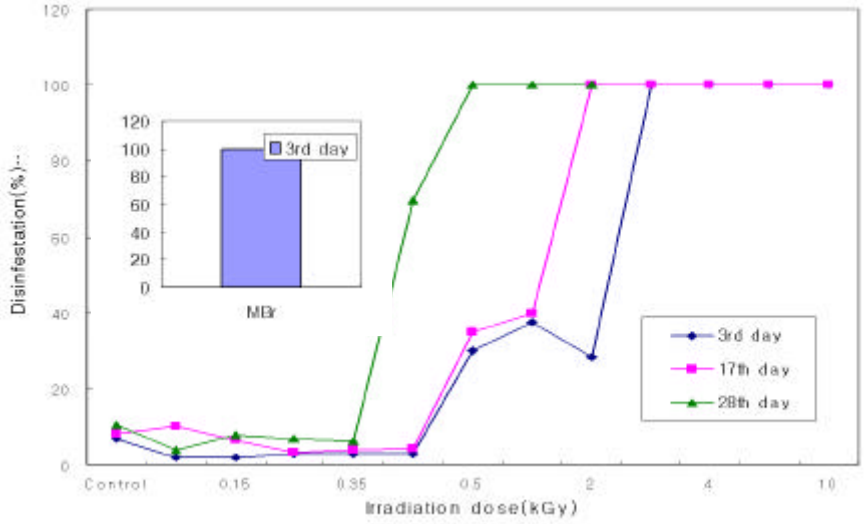


Fig. 3. Comparative effects of gamma irradiation and methyl bromide fumigation(MBr) on disinfestation of *Dichocrocis punctiferalis* Guenee (**복숭아명나방**) of chestnuts.

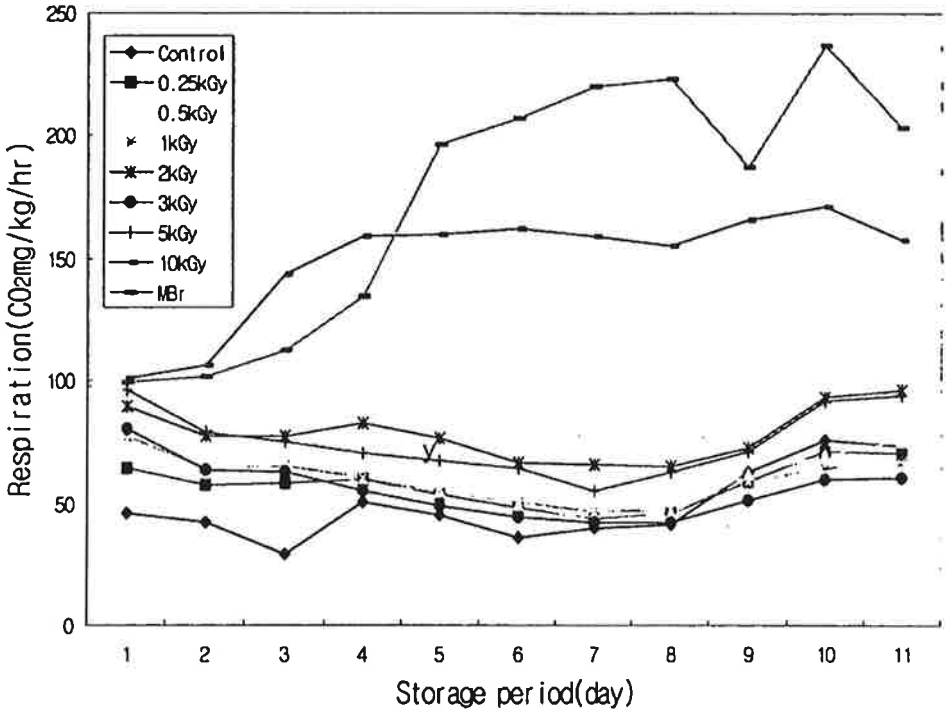


Fig. 4. Changes in respiratory pattern of gamma-irradiated and methyl bromide (MBr)-fumigated chestnuts.

1) 발아(근)율

본 실험에 사용된 밤 시료의 수분함량은 약 58~60 % 수준으로서 5 ℃ 내외의 저장고에 저장하였을 때 대조구에서는 저장후 1개월 경부터 7% 내외로 외부발아되었다 (Table 15). 그러나 보건복지부에서 발아억제를 위해 허가한 0.25 kGy 이상 조사구와 훈증처리구에서는 발아현상이 나타나지 않았다.

2) **부패율**

저장 밤의 부패현상은 저장 후 1개월 이후부터 발생되어 저장 2개월에 10 kGy **조사구에서 약** 6%, **훈증처리구에서 약** 27%**의 부패현상이 과피의 변색과 더불어 심하게 나타났다** (Table 16, Fig. 5). **따라서 고선량의 감마선 조사와** MBr **훈증처리는 밤 시료의 물리적 품질에 영향을 미치는 것으로 나타났으며,** 1 kGy **조사시료는 저장 후** 4 **개월경부터 대조구보다 부패율이 높게 나타났다. 그러나** 0.25, 0.5 kGy **조사구의 부패율은 비교적 낮은 것으로 확인되었다**(Fig. 6).

Table 15. Sprouting rate of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5℃. (unit : %)

Storage period (months)	Control	Irradiation dose(kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	7	0	0	0	0	0	0	0	0
2	8	1	-	-	-	-	-	-	1
3	9	1	-	-	1	-	-	-	1
4	9	1	-	-	1	-	-	-	1
5	9	1	-	-	1	-	-	-	1
6	9	1	-	-	1	-	-	-	1

Table 16. Rotting rate of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5℃ (unit : %)

Storage period (months)	Control	Irradiation dose(kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	3	6
2	3	2	2	3	2	2	1	6	27
3	7	3	3	6	7	7	3	7	31
4	13	8	6	23	25	22	8	45	74
5	23	14	50	41	57	38	13	61	99
6	47	27	77	82	79	83	80	100	100

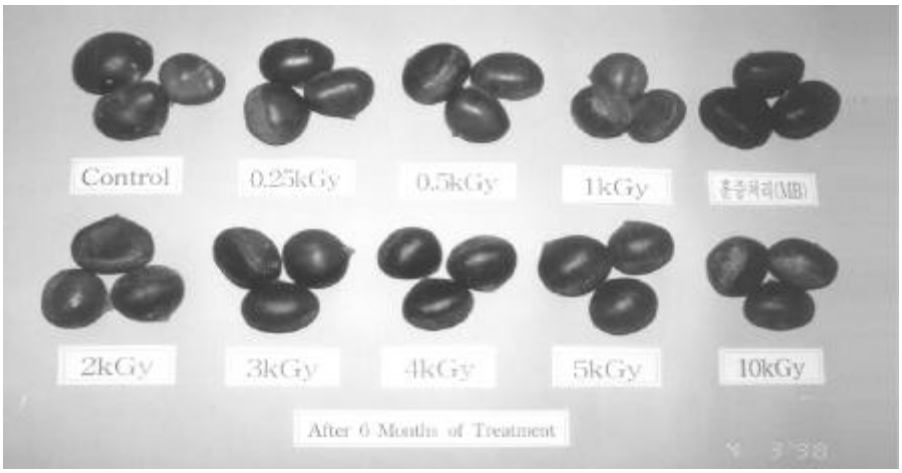


Fig. 5. Overall appearance of gamma-irradiated and methyl bromide(MBr)- fumigated chestnuts after 6 months of storage at 5℃.

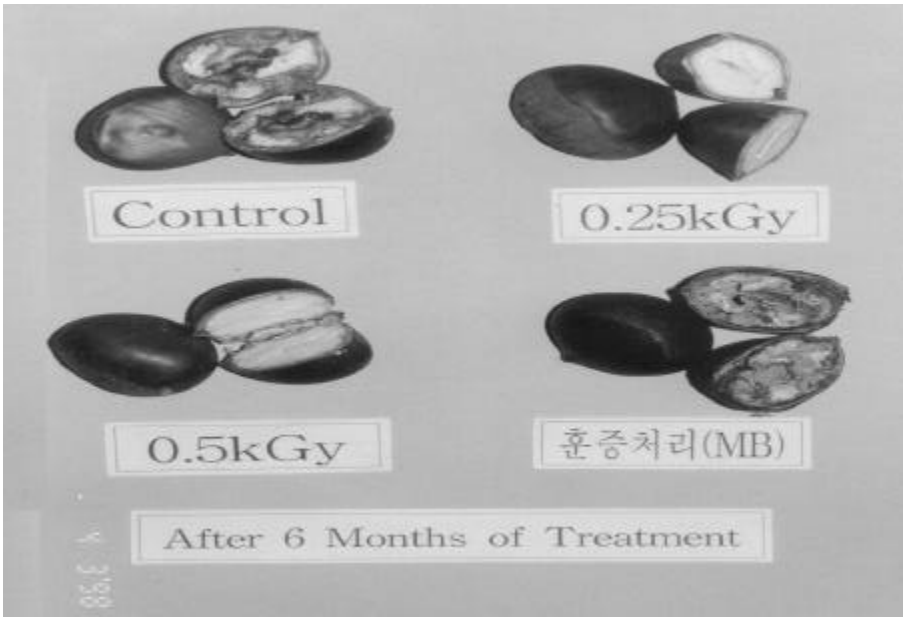


Fig. 6. Decay of gamma-irradiated and methyl bromide (MBr)-fumigated chestnuts after 6 months of storage at 5 ℃.

3) **중량변화**

생밤의 해충사멸을 위한 감마선 조사 및 methyl bromide 훈증처리가 저장 중 밤의 중량변화에 미치는 영향을 조사하였다. 본 실험은 저장된 밤의 상품성을 고려하지 않고 동일 조건에서 대조구, 조사구 및 훈증처리구 간의 상대적 비교를 목적으로 실험을 실시하였다. Fig. 7에 나타난 바와 같이 저장 시료의 중량감소율은 전반적으로 증가되는 경향으로 저장 후 4개월까지는 감소율이 크지 않았으나, 그 이후에는 10 % 이상의 수치를 나타내었다. 처리구 간에는 감마선 조사구에 비해 훈증처리구에서 중량감소율이 크게 나타났으며, 0.25 1 kGy 조사구에서는 상대적으로 안정된 중량 변화가 나타났다. 이와 같은 결과는 조 등(23), 김 등(38)의 보고와 일치하였다.

4) **충해 발생** (Insect injure)

살충처리 후 저장된 밤의 외관적 충해 발생율을 조사해 보았다. Table 17에 나타난 바와 같이 저장 후 2개월 까지는 외부 충해발생 현상이 없었다. 그러나 2개월 이후에는 약 2% 수준에서 충해 흔적이 확인되었으며, 5℃ 저장 6개월 이후에는 각 처리구에서 부패현상이 크게 나타나 정확한 조사는 어려웠으나 2 6% 수준의 충해 발생이 외부적으로 나타났다. 이 같은 결과는 앞선 살충연구와 다소 일치되지 않는 부분도 있으나 이는 밤 과육 내부에 이미 존재하던 해충이 저장기간 중 외부로 탈출하였기 때문으로 생각되며, 밤에 대한 감마선이나 훈증제의 살충효과 평가에는 별 영향을 주지 않을 것으로 생각된다.

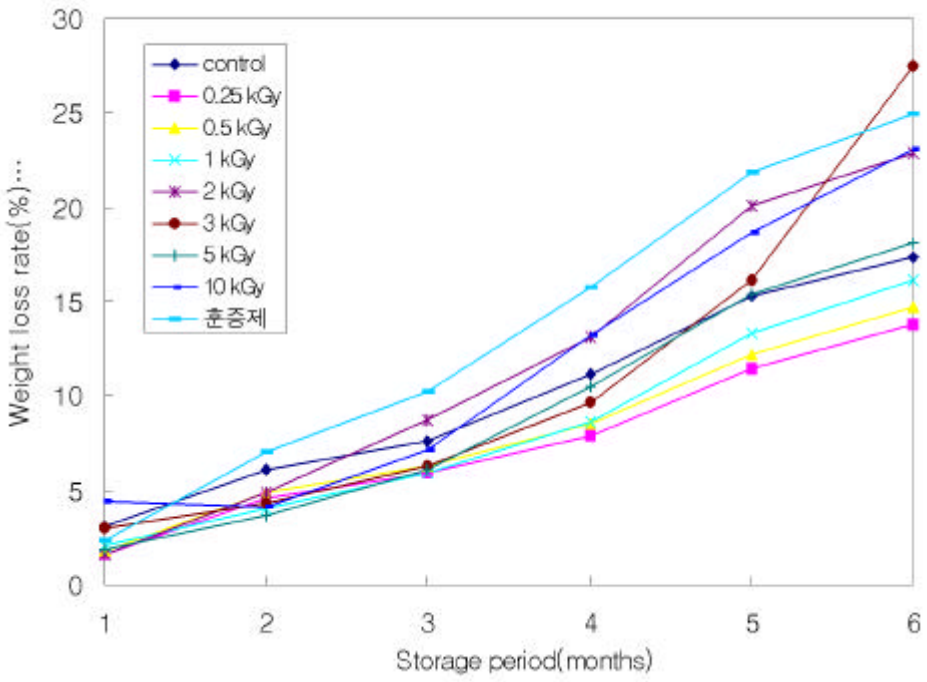


Fig. 7. Weight changes in chestnuts during storage at 5 ℃ after gamma irradiation and methyl bromide (MBr) fumigation.

Table 17. Insect injure of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5 ℃ (unit : %)

Storage period (months)	Control	Irradiation dose (kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	2	2	2	0	2	2	2
3	3	3	2	2	2	2	3	4	4
4	3	4	3	2	2	2	3	4	4
5	4	6	3	6	2	2	4	5	4
6	6	6	3	6	2	2	4	5	4

5) **과육 경도**

밤과실의 상품성을 결정하는 중요한 품질요소로서 과육 경도에 대한 살충처리의 영향을 외부와 내부 경도로써 알아보았다. Table 18**에 나타난 바와 같이 밤의 외피를 제거한 과육 외부경도는 감마선 조사와 훈증처리에 따라 크게 변화되지 않았으나** 5kGy **이상의 고선량 조사와 훈증처리에 의해 다소 감소되는 경향을 보였다. 또한 내부 과육의 경도에 있어서는 큰 변화는 없었으나** MBr **훈증처리에 의해 다소 감소됨을 알 수 있었다. 이와 같은 경향은 저장기간의 경과로 현저하게 나타났다. 저장 중 외부경도는 기간의 경과와 조사선량의 증가로 감소되는 경향을 보였으며, 특히** 1 kGy **이상 조사구에서는 저장 후** 4 **개월경부터 경도 값이** 3 5 % **정도 감소되었고** 10 kGy **및 훈증 처리구에서는 저장** 6**개월 후** 23 26 % **정도의 경도가 감소되었다. 내부 경도에 있어서도 저장 중 변화는 유사하였고** 3 kGy **이상 조사구에서는 연화현상이 확인되었다. 이는 감마선 조사된 수삼에서의 연화현상과 유사한 경향이었다.**

Table 18. Changes in hardness of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5℃ (unit : g)

Storage period (months)	Control	Irradiation dose(kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
External tissue									
0	0.96	0.94	0.95	0.94	0.95	0.93	0.92	0.92	0.91
2	0.92	0.92	0.91	0.90	0.89	0.89	0.87	0.86	0.85
4	0.92	0.91	0.92	0.87	0.89	0.89	0.88	0.83	0.89
6	0.94	0.90	0.92	0.87	0.81	0.86	0.93	0.71	0.67
Internal tissue									
0	0.82	0.81	0.79	0.81	0.80	0.82	0.81	0.80	0.78
2	079	0.78	0.77	0.75	0.76	0.76	0.73	0.71	0.69
4	0.77	0.76	0.80	0.68	0.75	0.74	0.74	0.67	0.74
6	0.77	0.69	0.77	0.73	0.64	0.77	0.81	0.53	0.55

6) **과육 색도**

밤과실 과육의 색도를 외부(external)와 내부(internal)로 구분하여 살충처리의 영향을 Hunter's color L, a, b 및 ΔE에 의해 반복 측정해 보았다. Table 19에 나타난 바와 같이 백색도/명도(L value)는 5 kGy 이하 조사구에서는 외부 및 내부 색도에서 변화가 없었다. 그러나 고선량(10 kGy) 조사구와 훈증처리구에서는 처리 직후부터 눈에 띄게 L값이 감소되어 저장 6개월 까지도 색도의 변화가 여전하였다. 그러나 3 kGy 이하 조사구에서는 저장 6개월까지도 대조구와 유사한 값을 보였다. 적색도(a value)의 측정은 밤과육 색도 측정에 적합치 않는 것으로 나타났다. 황색도(b value, Table 20)는 처리 직후 다소 증감하였으며, 저장 중에는 6개월 경부터 황색도가 감소하였고 이같은 경향은 내부 색도에서는 크지 않았으나 외부 색도에서는 고선량 조사 및 훈증처리구에서 심하게 나타났다.

Table 19. Changes in Hunter's color L value of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5℃

Storage period (months)	Control	Irradiation dose(kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
External tissue									
0	81.53	82.18	83.58	84.03	79.50	82.06	81.02	76.66	75.46
2	80.37	84.01	80.13	83.92	81.01	83.95	80.83	82.68	80.65
4	83.00	81.66	79.13	77.21	78.19	78.74	77.27	74.88	66.39
6	81.63	80.63	79.97	81.27	82.45	80.46	77.02	66.59	76.36
Internal tissue									
0	87.89	88.82	88.37	88.14	88.80	87.70	88.04	81.94	83.16
2	86.39	88.33	89.20	87.00	86.65	87.18	86.69	83.49	82.69
4	86.85	86.43	86.58	87.01	86.97	83.57	79.71	78.07	72.83
6	88.76	89.46	88.84	87.38	79.75	86.49	77.99	64.63	73.13

Table 20. Changes in Hunter's color b value of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5 ℃

Storage period (months)	Control	Irradiation dose (kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
External tissue									
0	40.88	43.77	42.27	40.86	44.83	41.26	41.77	39.24	42.53
2	37.54	40.66	40.28	42.86	38.30	40.91	41.75	43.15	43.67
4	43.97	42.01	37.84	42.72	37.96	40.84	39.89	39.07	28.99
6	40.21	37.71	36.25	35.78	36.31	34.46	38.86	30.27	23.59
Internal tissue									
0	21.07	22.96	23.41	21.08	21.54	20.75	22.47	19.60	21.24
2	22.90	18.90	18.43	21.12	21.24	20.09	22.50	12.67	21.04
4	26.15	23.49	21.80	23.22	19.95	19.96	23.15	23.52	27.38
6	19.69	18.39	17.65	20.14	21.59	20.37	30.14	21.16	22.68

L : degree of lightness (white + 100 ↔ 0 black)

a : degree of redness (red + 100 ↔ 0 ↔ - 80 green)

b : degree of yellowness (yellow + 70 ↔ 0 ↔ - 80 blue)

ΔE : overall color difference.

7) **환원당 및 비타민** C **함량**

생밤의 화학성분으로서 살충처리 후 저장기간에 따른 함량 변화를 건물량 기준으로 측정해 보았다. Table 21**에 나타난 바와 같이 감마선 조사구에서는 환원당 함량이 다소 증가되었으며 훈증처리구는 환원당 함량이 감소되었다. 저장 기간 중 환원당 함량은 상당히 증감하였으며, 이는 밤의 호흡작용과 저장조건에 따른 수분함량/중량 변화 등이 주요 원인으로 생각된다**(40). **환원당 함량은 저장 4개월 경에는 증가하다가 저장 6 개월경에는 크게 감소하였다. 또한 비타민** C **함량은 살충처리에 따라 크게 변화되지 는 않았으며**(Table 22), **저장 4개월 경에는 감소하였다가 저장 6 개월경에 그 함량이 다소 높아졌다.**

그러나 전반적으로 볼 때 비타민 C **함량은 저장 6 개월경에** 50% **정도로 감소되었**

으며 이같은 함량변화는 조사구에서는 비교적 유사한 경향이나 훈증처리구에서는 비타민 C 함량이 저장 후 4 개월경에도 거의 검출되지 않는 수준이었다. 과실 및 채소류에서 비타민 C 함량은 환원당과 생리적으로 상호전환이 가능하며(41), 특히 저장조건이나 외부 스트레스에 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있다.

Table 21. Changes in reducing sugar of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5℃ (unit : %, d.b.)

Storage period (months)	Control	Irradiation dose(kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.5	1	2	3	5	10	
0	1.54	1.66	2.42	2.40	2.90	2.52	2.38	2.26	1.14
2	1.44	1.25	1.51	1.77	1.57	1.73	1.55	1.52	1.65
4	2.56	2.90	3.18	3.22	2.31	3.34	3.14	2.90	1.67
6	1.22	1.19	1.13	1.75	1.10	1.71	2.95	2.47	1.52

Table 22. Changes in vitamin C of gamma-irradiated and methyl bromide-fumigated chestnuts during storage at 5℃ (unit : mg/100g, d.b.)

Storage period (months)	Control	Irradiation dose(kGy)							Methyl bromide
		0.25	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00	10.0	
0	46.74	51.90	53.80	49.71	53.23	45.03	56.13	51.52	54.66
2	48.38	47.25	48.09	49.92	49.90	47.00	49.15	47.90	57.39
4	24.55	30.45	29.64	24.22	26.64	33.97	29.04	21.77	2.97
6	25.37	21.63	21.63	19.32	21.35	22.47	18.18	20.56	2.64

또한 살충처리된 밤과실의 관능적 품질을 외관, 냄새, 조직감 등으로 구분하여 비교해 본 결과, 처리 직후에는 시료들 간에 유의적인 차이가 없었으나 저장 2개월 이 후부터는 훈증처리구에서 부패의 급증, 과피의 흑변 및 내부과육의 청변 현상이 심하게 일어났다. 또한 저장 4개월 이후부터는 3 kGy 이상 조사구에서 과육의 연화 현상이 발생되었으며, 저장 후 6개월에는 2 kGy 이하 조사구에서는 부패현상이 다소 심하였으나 과피의 색, 과육 조직, 냄새 등에서 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 감마선 조사구의 경우 3 kGy 이상 조사구에서는 조직의 연화 및 부패 현상이 문제시 되므로 적용이 불가능 하였고, MBr 훈증처리는 처리후 2 3개월 경부터 밤과피의 흑변과 과육의 변패현상이 심하게 나타나 생과에 대한 훈증처리의 한계점이 확인하였다.

4. 밤 해충의 사멸을 위한 감마선 조사선량 설정

국내에서 생산되는 밤의 가해 해충은 밤바구미와 복숭아명나방으로 확인되었으

며, 이들은 methyl bromide 훈증처리에 의해서 완전 박멸이 가능하나 처리 생밤의 품질이 쉽게 변화되는 문제점이 확인되었다. 따라서 이를 대체하기 위한 방안으로써 감마선은 0.5 1 kGy의 조사에 의해서 가해해충을 처리 후 20 30일 이내에 효과적으로 사멸시킬 수 있었으며, 살충된 생밤의 품질도 6개월 정도는 안정한 것으로 나타났다.

감마선은 식품의 살균, 살충 등을 목적으로 다양한 식품에 이용될 수 있다. 그 안전성과 기술적 타당성은 국제기구(FAC, IAEA, WHC)와 Codex 식품규격위원회에서 공식 인정되어 있으며, 따라서 ⁶⁰Co 및 ¹³⁷Cs 동위원소에서 발생되는 감마선(γ)은 전자가속기에서 발생되는 10 MeV 이하의 전자선(electron beam)과 기계적으로 발생되는 5 MeV 이하의 X선과 더불어 식품산업에 이용이 가능하여 현재 약 40개국에서 총 200여 품목의 식품에 대하여 방사선 조사가 허가되고 있고, 이들 나라 중 30여 개국에서 상업적으로 실용화되고 있다. 국내에서는 1998년 10월 현재 밤의 발아(근)억제(max. 0.25 kGy)를 포함하여 최고 10 kGy까지의 감마선 조사를 허가하고 있다.

그러나 본 연구에서 생밤의 저장 유통에서 해충의 발생은 심각한 문제이며, 이를 해결하기 위한 방안으로 1 kGy 범위의 감마선 조사방법는 생밤의 살충, 발아억제 및 저장기간 연장의 목적을 동시에 달성할 수 있다고 판단되므로 이에 대한 대량 실증연구가 요구된다. 더욱이 미국에서는 신선 과실 채소류의 검역관련 해충의 관리와 선도유지를 위하여 1 kGy 까지의 방사선 조사를 모든 품목에 허가하고 있음을 감안할 때, 이에 대한 적극적인 검토와 실용화를 위한 식품공전 상의 방사선 조사기준(밤 : 0.25 kGy 이하) 개정 노력이 요망되고 있다.

Table 23. 국내 감마선 조사 허가식품류 현황 (1998. 12. 현재)

품 목	조 사 목 적	허가선량 (kGy, max)	허 가 일 자
감자, 양파, 마늘	발아·발근 억제	0.15	1987. 10. 16
밤	발아·발근 억제	0.25	1987. 10. 16
버섯(생 및 건조)	살충, 숙도 조정	1	1987. 10. 16
건조식육 및 어패류 분말(가공식품용)	살균, 살충(위생화)	7	1991. 12. 14
된장, 고추장, 간장 분말	살균, 살충(위생화)	7	1991. 12. 14
전분(조미식품용)	살균, 살충(위생화)	5	1991. 12. 14
건조 채소류	살균, 살충(위생화)	7	1995. 5. 19
건조 향신료 및 이들 조제품	살균, 살충(위생화)	10	
효모 및 효소식품	살균, 살충(위생화)	7	
알로에 분말	살균, 살충(위생화)	7	
인삼(홍삼 포함) 제품류	살균, 살충(위생화)	7	
2차살균이 필요한 患者食	살균	10	

제 3 장 수출용 밤 및 밤 가공품의 품질 분석 및 품질 개선 기술 개발

제 1 절 서 설

밤 및 밤 가공품은 1992년도 이후 1억 달러 이상을 수출하여 매년 수출 물량이 꾸준히 증가하고 있으며 농산물 중 수출 단일 품목으로서는 매우 큰 비중을 차지하고 있다(1). 이러한 밤 가공품의 수출물량의 증대는 매년 수출물량의 증가에 기인하고 있어 품질개선 및 생산공정의 원가절감 등으로 고품질화를 통한 고부가가치화 기술 개발이 요망된다.

현재 밤 가공품 중 가장 많은 비중을 점하고 있는 깐밤의 경우에는 가용성 성분의 용출과 내용물의 pH 변화, 백탁 및 부패 현상 등으로 반품되는 사례가 있어 현장의 엄격한 품질관리와 최종 제품의 품질분석이 필요하다. 또한 밤 가공품의 자숙 및 살균공정은 제품의 저장 및 유통시 품질변화에 영향을 주는 가장 중요한 공정이나 온도 및 시간, 첨가물 함유량 등이 제조 회사에서 관행적으로 행해지고 있어 공정의 표준화 및 최적화를 통한 개선 방안이 필요하다(5-7)

한편 밤 가공장에서 밤의 박피는 가장 기본적이고 중요한 전처리 공정이며 지금까지 기계적, 화학적 방법으로 많은 연구가 진행되어 왔으나 효율성이 적어 현장에서는 수작업에 의존하고 있다(8-10).

따라서 본 연구는 밤 가공품의 최대 시장인 일본의 밤 수입 및 소비 현황과 수출상의 문제점을 분석하고 수출품목의 주종인 깐밤의 작업공정 및 품질을 분석하였다. 또한 현행 자숙공정을 개선하기 위하여 반응표면분석법으로 자숙 공정의 최적화를 시도하였고, 최적 살균 공정을 확립하기 위하여 살균온도와 시간에 따른 제품의 저장 중 품질변화를 조사하였다. 그리고 기계적 박피를 위한 기초 자료로서 밤의 형태학적, 물리적 특성을 조사하고 알카리 및 산처리에 의한 외피 및 내피의 박피 효과

를 조사하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 실험 재료

시료 밤은 충남 부여 농협에서 96년과 97년 10월 초에 구입한 축파 품종과 경남 합천 용주 농협에서 구입한 은기 품종을 선별하여 M(20 26g) 사이즈를 사용하였다.

2. 품질 분석

가. 일반성분

일반성분은 AOAC방법(42)에 준하여 측정하여 백분율로 나타내었다.

1) 수분 : 105℃ 상압 가열 건조법으로 수분 함량을 조사하였다.
2) 조단백질 : micro Kjeldahl법으로 함량을 구하였고, 단백질 환산계수로는 6.25를 곱하였다.
3) 조지방 : Soxhlet 추출법으로 정량하였다.
4) 조회분 : 550℃의 전기 회화로에서 직접 회화하여 그 항량을 구하였다.
5) 조섬유 : 생시료를 이용하여 Henneber Stohmann법을 개량한 AOAC 방법으로 구하였다.
6) 가용성 무질소물 : 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유의 값을 제한 값으로 구하였다.

나. 전분 함량

생시료를 이용하여 알칼리 침지법(43)으로 전분을 분리한 후 Biuret 반응을 나타내지 않을 때까지 0.2% NaOH 용액을 가하여 단백질을 제거한 후 phenolphthalein에 대해 알칼리 반응을 나타내지 않을 때까지 증류수로 세척한 후 50℃에서 항량을 구

하였다.

다. 폴리페놀(탄닌)함량

Folin-Denis시약을 이용하여 760㎚에서 비색 정량하였다(44). 이때 표준물질로는 gallic acid로 검량곡선을 작성하였다.

라. 비타민 C 분석

2,4-DNP법(45)으로 구하였다.

마. 유리당

가용성 당은 Abbe refractometer를 사용하였으며 유리당은 액의 일정량을 취하여 0.45㎛ membrane filter로 여과하고, 고형물은 70% 에탄올로 환류 추출한 후 여과하여 HPLC(LC-10A, Shimadzu Co., Japan)로 아래의 조건에서 HPLC로 분석하였다(42).

Table 1. Cperating conditions of HPLC for the analysis of free sugar in water pack chestnut

Items	Conditions
Instrument	Shimadzu LC-10A,Shimadzu Co., Japan
Column	Sugar-pak Ⅰ(30㎝ × 3.9㎜ i.d.)
Column temperature	90℃
Mobil phase	50㎎ Ca-EDTA/1ℓ H_2O
Flow rate	0.5㎖/min
Detector	RI
Injection volumn	10㎕

바. pH 및 캔 진공도, 경도

pH는 pH meter(Mettler Deltaco)를 이용하여 액의 pH를 측정하였고 캔의 진공도는 Vacuum can tester(Japan)를 사용하여 측정하였다.

경도는 Tention meter(CHBA KEIKI SS, Japan)를 사용하여 10회 측정 후 평균치로 나타내었다.

사. 물성 분석

원료 밤, 자숙 및 12개의 실험구로 살균 처리한 시료를 상온에서 보존하면서 0, 45, 90, 135, 180일 후의 물성을 texture analyzer(TA-XT2, England)로 아래와 같은 조건에서 각 15회 반복 측정하였다.

Table2. The operating conditions of texturemeter for texture analysis of chestnut

Items	Conditions
Instrument	Texture Analyser(TA-XT2, England)
Clearance	7㎜
Plunger	Φ5㎜
Force Threshold	30.0g
Contact Force	5.0g
Contact Area	19.63㎟
T.P.A speed	3㎜

마. 미생물 검사

미생물 검사는 일반세균, 대장균, 혐기성 세균으로 나누어 실시하였으며(46), 일반세균은 nutrient broth agar 배지, 대장균은 desoxycholate agar, 혐기성 세균은 thioglycollate 배지를 사용하여 접종 후 37℃에서 2 3일간 배양하면서 생장 유무를 확인하였다.

3. 최적 자숙 공정 연구

현재 상업적으로 이루어지고 있는 밤의 자숙 공정의 각 단계에 있어서 물성을 측정하여 이를 해석하고 이를 근거로 하여 반응표면분석법을 이용하여 중심합성계획법으로 실험을 설계하였으며 경도가 최소가 되는 점과 응집성이 최대가 되는 점을 최적화하였다(47,48).

4. 최적 살균 공정 연구

현재 자숙 후 95℃, 40분 처리 되고 있는 밤 water pack 제품의 공정을 다음과 같은 조건에서 살균 처리하여 상온에서 보관하면서 품질 검사를 수행하였다.

Table 3. Experimental conditions for sterilizing process of water pack chestnut

Treatment	Boiling condition	Sterilizing temp.(℃)	Sterilizing time(min)
A12	T1*(20) T2(80)** MS(0.3)***	95	20
B13	T1(20) T2(80) MS(0.3)	95	30
C14	T1(20) T2(80) MS(0.3)	95	40
D22	T1(20) T2(80) MS(0.3)	90	20
E23	T1(20) T2(80) MS(0.3)	90	30
F24	T1(20) T2(80) MS(0.3)	90	40
G32	T1(20) T2(80) MS(0.3)	85	20
H33	T1(20) T2(80) MS(0.3)	85	30
I34	T1(20) T2(80) MS(0.3)	85	40
J12	T1(40) T2(60) MS(0.2)	95	20
K23	T1(40) T2(60) MS(0.2)	90	30
L34	T1(40) T2(60) MS(0.2)	85	40

* First stage(70℃) retention time.(min), ** Second stage(98℃) retention time.(min),

*** Amounts of Maron soft.(%)

5. **밤의 박피 시험**

가. 화학적 처리에 의한 밤의 박피 연구

1) 알카리처리에 의한 박피

시료 밤의 박피는 외피인 경우 NaOH를 사용하여 물과 20% 에탄올을 용매로 농도를 3, 6, 9, 12%의 4개 구간, 처리시간을 6, 9분으로 나누고, 이때 처리온도는 65℃로 하였다.

내피는 먼저 외피를 박피한 후 NaOH 농도 2, 4, 6%, 처리시간 10, 15, 20분, 처리온도 40℃에서 실험하였다.

각 실험구에 대한 박피 정도는 1점(박피가 안됨), 2점(박피가 조금 됨), 3점(보통), 4점(박피가 잘됨), 5점(박피가 매우 잘됨)의 5단계로 직접 손으로 박피하면서 측정하였다.

2) 산처리에 의한 박피

내피 박피 시험을 위한 시료밤은 칼로 외피를 제거한 후 HCl, HClO4 과 HNO3를 사용하여 1%, 2%, 3% 농도로, 온도구간은 45, 50, 55℃ 세 구간으로 나누어 20분, 30분간 처리하였다.

또한 전처리로서 수침의 효과를 알아보기 위하여 외피를 제거한 밤을 12시간, 48시간 수침한 후 산처리하여 박피의 효과를 시험하였다. 이때 처리 조건은 2% 농도로 50℃에서 20분 간 처리하였다.

나. 기계적 박피를 위한 밤의 물리적 특성 조사

시료 밤의 장경과 단경은 버니어 캘리퍼스를 사용하여 측정하였고 중량, 외피 및 내피의 무게는 판자동저울, 체적은 해사(Sea sand)를 이용하여 메스실린더로 측정하였다.

제 3 절 결과 및 고찰

1. 수출용 밤 가공 제품의 현황 조사

가. 밤의 수출 현황

밤은 매년 거의 1억불 이상 수출되는 대표적인 농산물 중의 하나로서 그 수출량의 88% 이상은 깐밤의 형태로 수출되고 있고 그 중 96%는 일본 지역으로 행해지고 있다. 따라서 수출이 대일 편향적이므로 일본의 작황여부에 따라 밤 수출이 크게 좌우되고 있으며 수출 물량이 92년 1억불 돌파이래 94년에는 1억 4천불을 넘어서기에 이르렀다.

Table 4. The actual exports of chestnut according to year and products

(unit: ton, thousand dollar)

Items / Year	Peeled-chestnut		Can		Raw chestnut		Yellow chestnut		Total	
	Quan-tity	Sum	Quan-tity	Sum	Quan-tity	Sum	Quan-tity	Sum	Quan-tity	Sum
'90	32,630	88,552	3,452	4,757	387	963	2	7	36,471	94,279
'91	31,230	94,048	2,329	4,128	356	1,049	-	-	33,915	99,222
'92	29,743	94,887	2,649	5,639	463	1,362	-	-	32,855	101,888
'93	20,464	82,774	4,556	10,112	686	2,120	-	-	25,706	95,006
'94	29,942	130,082	2,515	5,912	1,589	4,713	-	-	34,046	140,707
'95	647	4,339	562	2,526	112.5	250	-	-	1,321.5	7,115

* 수량은 원료밤 기준, 95년도는 7월까지의 합계임.

밤의 수출은 대개 생산 시기인 10월을 중심하여 11, 12월에 깐밤, 생율 등이 거의 90% 이상 수출되며 통조림은 대개 그 다음 해까지 꾸준하게 일정한 비율로 수출되고 있다. 수출품의 형태는 깐밤의 수출이 거의 90% 이상이나 93년도 이후부터 통조림의 수출 비중이 점점 증가하고 있는 추세이다. 91년 이후 밤의 주요 수출대상국을 보면 일본, 미국, 캐나다, 대만 , 기타의 순으로 일본 지역이 전체 밤 수출량의 95% 이상을 차지하며 따라서 일본의 밤 생산 작황 및 기호 등의 여건 변화에 따라 국내 밤 수출에 크게 영향을 미칠 것으로 생각된다.

나. 일본의 밤 및 밤 가공품 시장 분석

우리나라의 밤 및 밤 가공품의 주요 수출 대상국은 일본으로서 일본의 작황이나 소비 형태, 수입 현황을 분석하는 것은 밤 수출 증대를 위하여 중요한 과제 중의 하나이다.

1) 일본의 밤 생산 현황

밤은 일본 전역에서 약 1100 여종이 생산되며 조생종 ,중생종, 만생종으로 구분되며 그중 재배 면적이 가장 많은 것이 중생종인 쓰쿠바이다. 주산지는 이바라키, 에히메, 구마모또 등지이며 농가 인구의 고령화, 노동력 부족 및 인건비 상승 등으로 생산량이 점차 감소되고 있으며 특히 93년도 밤 생산은 냉해, 장마와 태풍 등의 피해로 전년도 보다 19.3% 감소한 2만 7천톤 수준에 머물렀으며 해마다 감소되고 있는 수준이다.

Table 5. Present condition of chestnut production of Japan according to year

Year	Culture area(ha)	Fruiting area(ha)	Output(ton)	Shipment(ton)
1988	39,900	35,900	42,700	33,100
1989	38,100	35,100	39,500	30,000
1990	37,600	34,500	40,200	30,100
1991	36,700	33,700	32,400	23,400
1992	35,500	32,600	33,600	24,200
1993	34,400	31,900	27,100	19,200
1994	-	-	32,900	-

2) 일본의 밤 소비 현황

일본에서 밤 출하는 대부분 8월에서 11월 사이에 이루어지며 용도별로는 생식용이 약 92%를 차지하고 가공용은 대부분 수입에 의존하고 있다. 소비자들은 생율 구입시 신선도, 모양, 크기, 색깔, 견고성, 냄새 등을 기준하여 구입한다.

소매점에서 진열 판매하는 형태로는 깐밤은 비닐 봉투, 팩, 생율은 그물의 형태로 판매하며 가장 성수기에는 그물(1kg)로 판매되는 형태가 많고 소비 용도는 찐밤, 군밤, 건조밤, 밤밥, 甘栗 등으로 이용되고 가공품으로는 마롱그랏세, 감로자, 밤만두, 밤양갱병, 밤요나카 등이 있다.

Table 6. Consumption style of chestnut in Japan

Raw chestnut	Processed chestnut
찐밤, 군밤, 건조밤, 밤밥, 甘栗(아마구리)	마롱그랏세, 감로자, 밤만두, 밤양갱병, 밤요나카

일본의 생율 도매 가격은 80년대 300엔대 이후 90년도부터 400엔대로 접어들어 지속적인 상승세를 나타내고 있으며 특히 냉해 등의 여건에 의해 생산량이 감소된 93년도에는 544엔 까지 상승하였다. 이는 86년 352엔보다 무려 55% 상승한 가격이며 향후에도 지속적인 가격의 상승이 예상된다.

Table 7. Wholesale price of raw chestnut in Japan (Yen/kg)

City / Year	Tokyo	Osaka	Sapporo	Nagoya	Fukuoka
'91	486	622	536	570	517
'92	431	586	405	612	597
'93	544	632	533	637	539
'94	362	522	263	557	449

3) 일본의 밤 수입 현황

가) 수입의 형태

일본은 밤 생산량의 지속적인 감소 추세에 따라서 자국의 수요의 50% 이상을 한국, 중국 등지에서 수입하고 있다. 그 중 생밤은 10 20 kg 골판지 상자의 포장 형태로 90% 이상을 중국에서 수입하고 있으며 수입 주 품종은 天津栗이다. 또한 일시적인 보존에 적합한 처리를 한 깐밤은 95% 이상을 한국에서 수입하며 대부분 업무용의 밤 통조림은 최근 중국산의 수입이 급격히 늘어나고 있는 추세이다.

Table 8. The import trend of chestnut in Japan

Items	Importer	Year				
		90	91	92	93	94
Raw chestnut	S. Korea	1,065	1,049	1,117	1,742 (654)	1,767 (722)
	China	28,271	26,825	26,894	31,388 (274)	26,350 (261)
	Total	29,495	28,013	28,145 (278)	33,191 (294)	28,320 (290)
Peeled-chestnut	S. Korea	15,888 (712*)	15,207 (778)	14,617 (762)	9,281 (861)	14,317 (839)
	China	-	124(451)	117(447)	559(399)	570(415)
	N. Korea	-	32(309)	75(186)	10(267)	-
	Total	15,888 (712)	15,362 (774)	14,809 (757)	9,851 (834)	14,888 (823)
Canned chestnut	S. Korea	79(555)	110(470)	110(470)	27(465)	13(601)
	China	-	52(312)	52(312)	274(409)	423(549)
	Italy	47(2,166)	37(2,055)	37(2,055)	-	-
	Total	151(1,167)	226(794)	163(875)	324(445)	516(549)

* Yen/kg

나) 수입 상의 품질 하자

생밤, 건조밤의 경우는 벌레 먹은 과실이 문제가 되고 따라서 선적시에 충분한 검사를 할 필요가 있고 깐밤 가공제품은 쪼개짐과 변색이 문제가 되므로 자숙 공정 등에서 엄격한 품질관리가 요구된다.

다) 통관제도

일본에서 밤은 수입 자동 승인 품목으로 수입제한은 하지 않으나 식품 방역법,

식품위생법에 의한 검사가 요구되고 있다.

- 제4조 9항 : 비위생적인 식품 수입의 판매금지
- 제 7조 10항 : 식품의 규격, 기준 설정
- 제 14조 : 식품의 검사의무

Table 9는 밤 및 밤 가공품의 통관 검사에 의한 부적격 사례로서 솔빈산외의 보존제가 검출되었거나 EDTA, 이산화황이 기준치 이상으로 검출된 사례이다.

Table 9. Example of entry prohibition by contravention of the Food Sanitation Law

Items	Examples	Contury
밤 감로자	EDTA 과량 사용 , 이산화황 과량 잔류	한 국
마론퓨레	솔빈산 대상외 사용	스위스
밤조제품	솔빈산 대상외 사용	칠 레
마롱그랏세	이산화황 과량 잔류, 솔빈산 대상외 잔류	프랑스
밤강정	솔빈산 대상외 사용	한 국

다. 깐밤의 가공 공정 조사

밤 수출 물량이 가장 많은 협성농산을 대상으로 깐밤의 작업 공정을 조사하고 이에 따른 문제점을 도출하여 그 해결책을 제시하고자 하였다.

1) 깐 밤의 작업 공정

가) 원료 : 품질검사 기준에 의거하여 검사 실시

나) 수침 : 수침 탱크에서 18℃ 이하로 온도 관리

다) 외주 가공 : 녹색망에 10kg씩 정량 포장하여 지역별로 물량을 배정 수송·수집, 용수 온도는 5℃ 이하로 관리

라) 외주 입하 : 등급별로 망 색깔을 구분하여 고래통에 혼합 수침 (5℃ 이하)

마) 내부 가공 : 깐밤을 균일하게 발췌하여 불량과(내부패, 외부패, 반범, 충과, 갈라진 밤)제거 - 진동그레이다 (SS사이즈제거)- 3℃ 오존 냉각수(냉각 및 살균)

바) Size grading : size 별로 분리

사) 선별 : 홈통을 통해 grade 별로 이송된 밤을 콘베어에서 선별

아) 육힐 : 비닐을 넣은 규격 공관(18L)에 받아 12.5kg씩 계근

자) 명반수 주입 : 명반수(0.4%, pH 4.0∓0.2, 연수 혹은 수돗물) 주입, 주액 온도 3℃ 이하 관리

차) 포장

Table 10. Size classifications according to product grade

Grade	Size	Diameter(㎜)	Weight range(g)
	L	over 33	over 17
	M1	31-33	13-17
A	M2	29-31	10-14
	S	26-29	8-11
	SS	26.0	6-9

2) 깐밤의 등급별 품질 분석

가) 등급별 성분 분석

깐밤을 크기에 따른 등급별로 일반 성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 수분은

69 71% , 조단백질 8.2 9%, 조지방은 0.8 1.33%, 조섬유는 0.7 1.0%, 회분은 0.8 1.1% 로서 수분, 조단백질, 조지방질은 등급에 따라 큰 차이가 없으나 조섬유, 조회분 함량은 크기가 적을수록 증가하는 경향이었다.

한편 중국산 (천진 단밤)은 국내산에 비하여 조단백질의 함량은 낮은 반면 가용성 무질소물의 함량은 월등히 높았다.

Table 11. Proximate composition of chestnut (wet basis, g%)

Grade	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber	Crude ash	N-free extract
M1	71.29	8.20	1.30	0.84	1.10	17.27
M2	71.23	9.28	0.83	1.00	0.88	16.78
H	70.31	9.00	1.33	0.95	0.84	17.57
S	70.64	8.74	0.98	0.76	1.55	17.33
SS	69.48	8.20	1.55	0.73	0.98	19.06
CN	46.25	4.93	1.94	1.25	2.17	43.46

* L, M1,M2,H,S,SS : 크기별 등급, CN : 중국산(천진 단밤)

또한 등급별 밤의 전분, 탄닌, 비타민 C 함량을 분석해 본 결과는 Table 12와 같으며 전분과 비타민 C의 함량은 크기가 적을수록 높은 반면에 탄닌 함량은 등급에 관계없이 12 14% 정도이었다. 중국산 밤은 국내산 밤에 비하여 전분, 탄닌, 비타민 C의 함량이 모두 높았다.

Table 12. Contents of starch, tannin and vitamin C in chestnut (wet basis,mg%)

Grade	Starch (g%)	Tannin	Vitamin C
M1*	14.40	14.80	3.67
M2	13.98	12.88	6.56
H	12.25	14.19	6.26
S	15.82	14.84	5.10
SS	16.34	14.76	4.04
CN	16.78	18.24	7.78

* Initial refer to Table 11

또한 깐밤의 당도를 결정하는 주요한 인자인 유리당을 분석한 결과는 Table 13과 같으며 유리당의 대부분이 sucrose이며 이외 glucose, fructose로 구성되어 있다. 대개 크기에 따라 이들 당 함량이 높아 감로자 등 가공 제품의 당도가 주요한 품질적 요건이 되는 밤 가공제품은 가급적 중간 크기 이상의 밤 원료를 사용할 필요가 있다. 한편 중국 밤의 경우는 크기가 국내산에 비하여 월등 작은 데도 불구하고 sucrose를 비롯한 유리당 함량이 높은 것으로 나타났다.

Table 13. Contents of free sugar in chestnut (g/100g, dry basis)

Grade / Sugar	M1*	M2	H	S	SS	CN
Sucrose	3.53	2.57	2.30	2.45	1.62	4.49
Glucose	0.40	0.25	0.44	0.59	0.24	0.57
Fructose	0.32	0.17	0.27	0.65	0.17	0.76

* Initial refer to Table 11

나) 깐밤의 가공 공정 중 미생물 검사

깐밤의 가공 공정 중 미생물의 오염도를 파악하기 위하여 원료밤, 세척수, 가공 중의 용수, 가공 후의 등급별 제품의 일반세균과 대장균수를 조사한 결과는 Table 14와 같다.

지하수에서 일반세균은 음용수의 기준치를 넘었으나 대장균은 검출되지 않았다. 원료 밤은 외피, 내피에서 상당한 양의 일반세균과 대장균이 검출되었으며 크기별 등급 구분 등의 용수인 홈통수에도 일반세균 및 대장균이 공히 검출되었다. 또한 등급별로 분류된 제품에도 일반세균 및 대장균이 검출되어 가공 용수 및 밤의 외주 가공, 입하시에 엄격한 위생관리가 요구된다.

Table 14. The microbial population of cheastnut product (×103 cell/ml)

	Ground water	Processing water	Raw chestnut		Peeled-chestnut					
			Outer peel	Inner peel	Fresh	M1*	M2	H	S	SS
Eacteria	1.1	4.4	140	56	1.3	17	35	6.6	4.6	37
Coliform	-	1.4	-	11	0.33	0.1	0.4	-	0.25	-

* Initial refer to Table 11

라. 수출용 제품의 품질 분석

현재 수출용 제품은 깐밤이 거의 80% 이상을 차지하고 있으며 나머지는 감로자(당침밤)으로서 깐밤은 대개 밤의 수확기인 9월 중순부터 11월말까지 18L, 9L관, 혹은 5kg 스티로폴 박스에 포장되어 수출되며 감로자는 대개 바이어의 주문에 따라 저장 밤, 냉동 밤 등을 이용하여 연중 생산, 수출하고 있다.

1) 수출용 깐밤 제품의 품질 분석

명반수에 주입되어 수출되는 깐밤의 주요 품질 규격을 조사한 결과는 Table 15와 같다.

Table 15. Quality analysis of chestnut for export

Items / Material	Temperature	pH	Color	Cdor
Stiroform box	5±1℃	5.07±0.02	Good	Good
18 L Tube	7±0.5℃	4.1 ±0.05	Good	Good

스티로폴 박스(5kg) 포장 제품은 얼음과 냉수를 같이 주입하여 포장되므로 주입되는 얼음의 양에 따라 제품의 온도가 편차가 냉수(1℃)만 주입하는 관 제품보다 크며 검사시는 색상과 냄새가 양호하나 가끔 부패과, 흑변, 크기 불량 등의 요인에 의해 반품되는 경우가 있어 제조시 엄격한 미생물 관리 및 온도 관리가 요구된다. 특히 스티로폴 박스 포장시는 주입되는 얼음의 양을 늘 일정하게 할 필요가 있다.

2) 수출용 감로자 제품의 품질 분석

감로자는 대부분이 whole 형태이나 일부는 dice의 형태로 18L, 9L 관에 50。 Brix 용액 상태로 주입되어 수출되며 비교적 많은 물량이 생산되는 12월 (95년도)의 제품을 대상으로 개관 검사를 실시하여 기본적인 품질 검사를 실시하였다. 생산 24시간 후를 기점으로 실시한 검사 결과 내부 온도는 25 15℃, 전체 당도는 35±5%, 과육 및 액즙의 당도는 각각 32±4, 48±2%로서 온도와 전체 당도가 비교적 큰 편차를 보였으며 또한 pH는 5.8±0.2로서 이는 자숙시 첨가한 표백제로부터 유래한 SO_2에 기인한 것으로서 SO_2의 함량 분석은 규제치인 30ppm보다 낮은 함량을 나타내었다. 그러나 과량의 SO_2 함량에 의해 반품되는 사례가 가끔 있어 향후 자숙시 이를 대체

할 수 있는 첨가물이 연구되어야 할 필요성이 있다. 또한 경도는 주입되는 밤의 크기 별 등급에 따라 다르며 대개 중간 크기인 M1의 경우 190.8±20.3, M2의 경우는 180±35.4로서 크기가 작을수록 경도의 차이가 심하며 감로자의 반품의 주요한 요인이 경도에 있으며 이는 제조 공정 중 자숙 공정과 깊은 연관이 있다.

2. 밤 가공품의 최적 자숙공정 연구

수출용 밤 가공품은 감로자 및 water pack 제품이 대부분을 차지하며 이들 제품의 가장 중요한 제조 공정은 자숙 및 살균 공정이다. 자숙 및 살균 공정의 온도와 시간에 따라 에너지 등의 원가가 크게 영향을 미치며 또한 불량품 등의 loss가 많아지고, 당침시 물성 및 당침속도에도 영향을 주게 된다(49,50).

밤 가공 회사에서 일반적으로 자숙공정은 다음과 같이 제조된다. 즉 원료 깐밤을 선별하여 0.1%의 인산염을 첨가 후 온도를 60℃까지 올려서 30분 유지시킨 후 냉각하고 이 단계에서 명반, 칼슘 EDTA 등의 표백제를 첨가 후 다시 70℃까지 온도를 올려서 20분 유지 후 연화제를 첨가하여 최종적으로 98℃까지 온도를 올린 후 80분 유지시킨 후 서서히 실온까지 냉각시킨다.

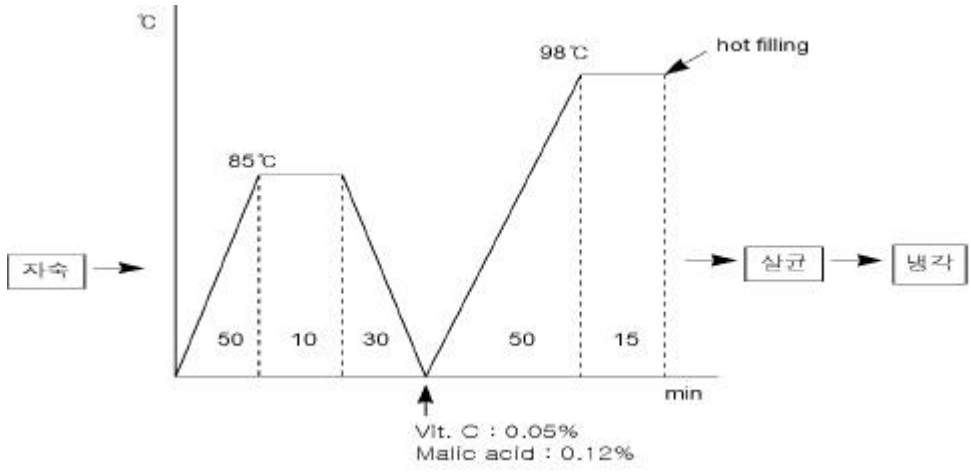


Fig. 1. Diagram of boiling process of chestnut.

가. 밤 자숙 공정 중 물성의 변화

시료 밤은 충남 부여 농협에서 96년 10월초 구입한 축파 품종을 선별하여 M1 (20-26g) 사이즈를 사용하였고 물성은 texture analyzer (TA-XT2, England)로 측정하였다.

밤의 자숙 공정 단계별 물성 측정 결과는 Table 16과 같으며 생밤의 hardness(경도)는 7.876 kg으로서 60℃의 첫 번째 단계에서 경도는 거의 반 정도로 감소하며 70℃인 두 번째 단계에서는 약간 감소하는 3.682 이다. 그러나 최종 공정인 98℃에서는 0.313으로서 급격히 감소하였다. 또한 cohesiveness(응집성)은 원료밤은 0.189로서 첫 번째 단계에서는 거의 변화가 없다가 두번째 단계에서는 0.200으로 약간 증가하였으며 3번째 단계에서 크게 증가하였다. 따라서 밤의 물성에 가장 큰 영향을 미치는 것은 세 번째 단계이라고 할 수 있다. 즉 두 번째인 70℃에서 밤의 일부 전분의 호화가 일어나며 최종적으로 98℃에서 밤 전분의 호화가 완료되어 부드러운 조직감과 응집성을 지니게 된다. 한편 chewiness(씹힘성)는 원료 밤에 비하여 자숙 후 크게 감소하였으며 springness(탄성)는 자숙 후에도 거의 변화가 없었다(14).

Table 16. The changes of texture during boiling process of chestnut

Process	Properties					
	spring-ness	gummness	cohesive-ness	adhesive-ness	hardness	chewiness
Raw chestnut	0.910*	1680.84	0.189	-467.49	7.876	1698.40
I	0.944	654.47	0.181	-59.03	3.670	618.02
II	0.928	524.70	0.200	-51.50	3.682	481.77
III	0.837	102.68	0.310	-36.86	0.313	76.40

* Values reported are means of 15 observations.

나. 반응표면 분석법에 의한 밤 자숙 공정의 최적화

반응표면분석법을 이용해서 밤 자숙공정의 최적화를 위하여 중심합성계획법에 의해 실험을 설계하였다. 즉 앞에서 조사한 자숙 공정 중 밤의 물성에 크게 영향을 미치는 두 번째 단계의 유지 시간(T_1), 세 번째 단계 유지시간 (T_2), 연화제 농도(MS)를 독립변수로 한 직교 배열표로 23 개의 요인점과 6개의 축점, 하나의 중심점을 가지도록 설계하였다. 반응표면모형으로는 보통 적은 오차 한계 내에서 간편한 식으로 표현되는 실용적인 2차 회귀모형을 적용하였다. 총 실험구는 요인점과 축점, 중심점을 합한 15개이며 각각의 조건에서 물성은 15회 반복 측정하였다.

Table 17. The central composite design by RSM computer program for optimization during boiling process of chestnut

Treat No.	Rt* of II stage (T_1)		Rt of III stage (T_2)		MS**	
	coded	uncoded	coded	uncoded	coded	uncoded
1	-1	10	-1	60	-1	0.2
2	-1	10	-1	60	1	0.4
3	-1	10	1	80	-1	0.2
4	-1	10	1	80	1	0.4
5	1	30	-1	60	-1	0.2
6	1	30	-1	60	1	0.4
7	1	30	1	80	-1	0.2
8	1	30	1	80	-1	0.4
9	-1	10	0	70	0	0.3
10	1	30	0	70	0	0.3
11	0	20	-1	60	0	0.3
12	0	20	1	80	0	0.3
13	0	20	0	70	-1	0.2
14	0	20	0	70	1	0.4
15	0	20	0	70	0	0.3

*Rt means retention time (min), **MS means concentraton of maron soft (%)

따라서 반응 표면분석법에 의해 밤 자숙시 경도가 최소가 되는 점을 조사한 결과 두 번째 단계인 70℃에서 T1 23분 , 세 번째 단계인 T2가 72분, 연화제 농도가 0.25% 인 것으로 나타났다. 또한 이때의 경도는 0.16 kg이었다. 그림 2는 연화제 농도가 0.25%일 때 T1과 T2에 따른 밤 경도의 변화를 도시한 것이다. 본 그림으로 알 수 있는 것은 밤의 경도는 T1이 증가할수록 감소하며 또한 T2도 60분에서 72분 까지 증가할 경우는 감소하다가 72분 이후는 증가하는 경향이었다. 이는 밤의 경도가 두 번째 단계인 70℃, 세 번째 단계인 98℃에서의 holding time에 의존한다는 것을 의미한다 (13,15).

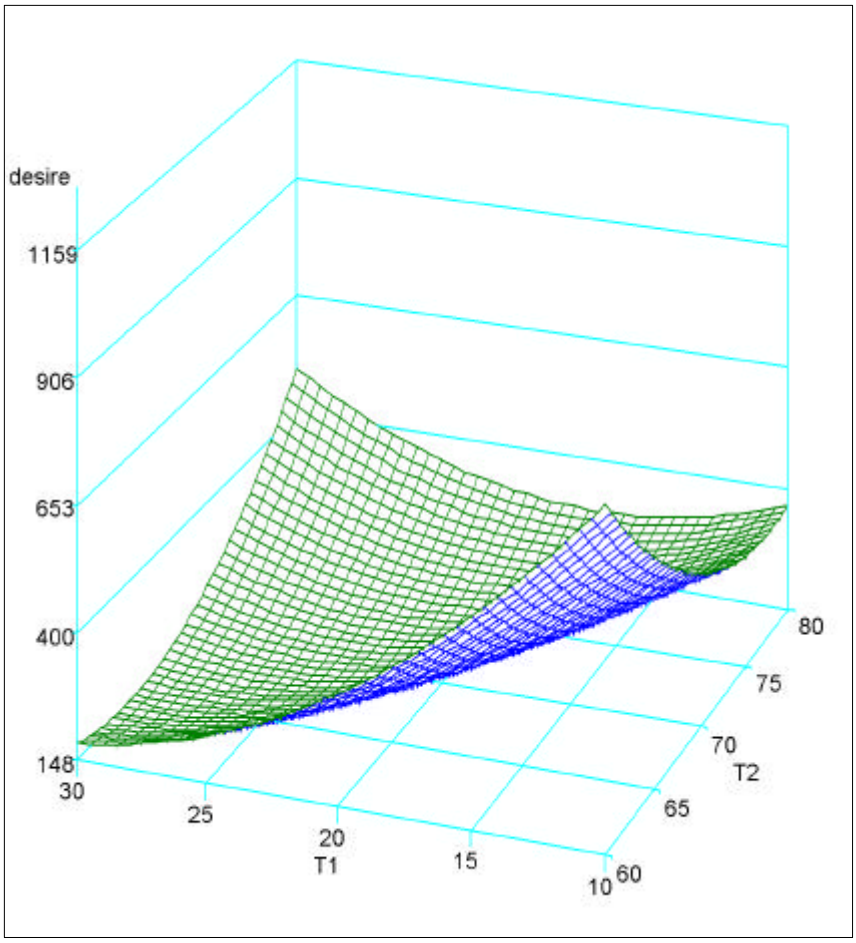


Fig. 2. Response surface of hardness at different levels of independent variables during boiling process of chestnut (MS=0.25%)

한편 밤의 응집성이 최대가 되는 점을 반응표면분석법으로 조사한 결과 T1이 17분, T2가 76분, 연화제의 농도는 0.26%인 것으로 나타났다. 그림3은 연화제 농도가 0.26%일 때 T1 , T2 의 변화에 따른 밤 응집성의 경향을 본 것이다. 먼저 T1을 10분에서 30분 까지 증가할 경우 응집성은 소폭으로 증가하였다. 그러나 이에 비하여 T2

를 증가시킬 경우 밤의 응집성은 큰 폭으로 증가하였다. T2를 60분에서 72분 까지 증가시킬 경우 밤의 응집성은 크게 증가하나 72분 이후 부터는 시간의 증가에 따라 오히려 감소하는 경향이었다. 따라서 밤의 자숙시 응집성에 크게 영향을 끼치는 것은 세 번째인 98℃에서의 holding time인 것을 알 수 있다.

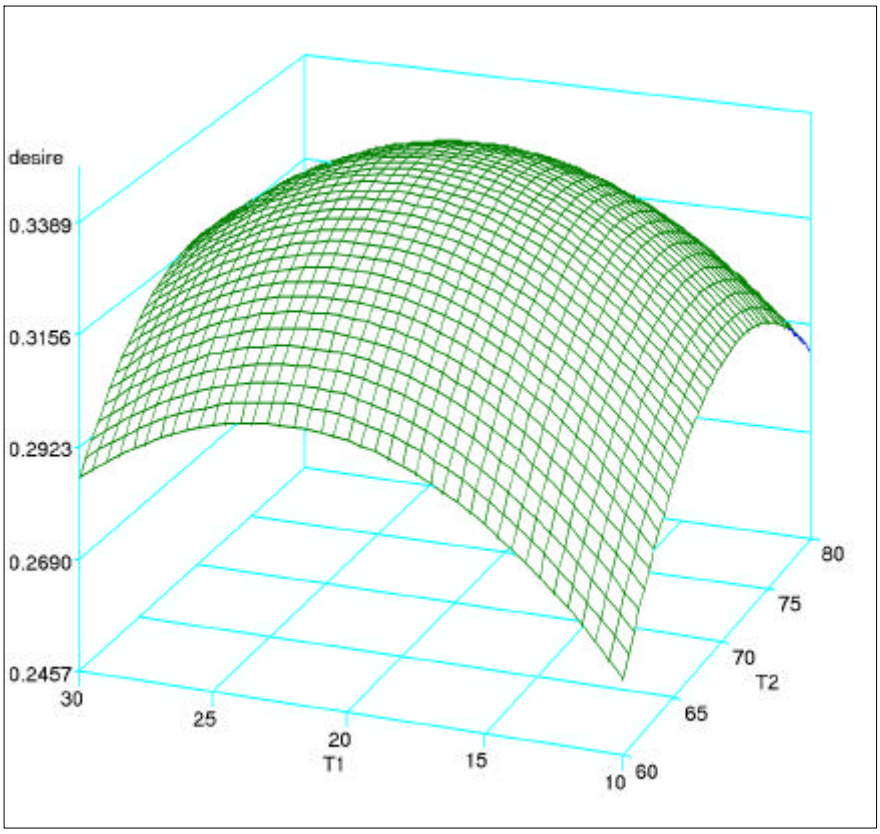


Fig. 3. Response surface of cohesiveness at different levels of independent variables during boiling process of chestnut (MS=0.26%)

한편 밤의 자숙 공정에 따른 경도, 응집성의 변화를 예측하기 위하여 반응표면 분석법에서 구한 모델식은 아래와 같다.

Y1 (Cohesiveness) = -1.025 + 0.005T1 + 0.028T2 + 1.596 M + 0.0004 T12
- 0.0001 T22 - 1.427 M2 - 0.00007 T1T2 - 0.005 T1M -0.009T2M -------(1)

Y2 (Hardness) = 16.556 - 0.209 T1 -0.302T2 -23.240M + 0.001T12 + 0.001T22
+ 11.956M2 + 0.001 T1T2 + 0.033 T1M + 0.225 T2M ----------(2)

위의 식에 의하여 현행 자숙 공정에 따라 자숙한 밤의 경도, 0.313 kg, 응집성 0.310의 물성을 가질 수 있는 새로운 자숙 공정을 시험적으로 도출하여 본 것은 Table 18과 같다.

Table 18. Theoretical values of boiling processing variables of chestnut by response surface method

Processing / Texture variables	T1* (min)	T2** (min)	MS (%)
Cohesiveness	41	60	0.2
	10	87	0.2
	10	60	0.51
Hardness	43	60	0.2
	10	96	0.2
	10	60	0.57

*T1 means 2nd stage retention time (70℃), **T2 means 3rd stage retention time (98℃), MS means concentration of maron soft(%).

따라서 본 연구에 의해 구해진 식을 이용하여 임의의 물성을 가지는 밤의 자숙 공정의 시험 도출이 가능하리라 예상된다.

3. 밤 가공품의 살균 공정 개선 연구

밤의 최적 살균 공정을 확립하기 위해서 먼저 살균온도를 95, 90, 85℃, 살균 시간을 20, 30, 40분으로 한 9개의 실험구와 앞서 연구에서 최적화한 자숙공정에 대한 3개의 실험구, 즉 12개의 실험구를 설정하였다. 이들 계획된 실험구에서 600㎖ 캔을 이용하여 water pack 제품을 제조하고 상온에서 보존하면서 품질 검사를 수행하였다(51).

가. 당 함량의 변화

가용성 당은 Abbe refractometer를 이용하여 액의 당도를 측정하였으며 유리당은 액과 고형물로 나누어서 측정하였다. 가용성 당의 경우는 모든 실험구에서 전반적으로 보존 45일까지는 약간의 증가를 보이다가 그 이후는 큰 변화를 나타내지 않았다. 이는 가용성 당이 일부 용출된 것으로 사료된다.

유리당은 sucrose, glucose, fructose가 확인되었으며 과육, 과즙 모두 sucrose의 함량이 가장 높았다. 초기의 함량은 과육의 경우 sucrose 0.959 1.273%, glucose 0.120 0.335%, fructose 0.121 0.156%이고 과즙은 sucrose 0.870 1.418%, glucose 0.240 0.495%, fructose 0.280 0.755%였다.

보존 기간 중 밤 과육의 sucrose 함량은 모든 구간에 걸쳐 90일 이후 약 1/3 1/2 정도 감소하였다. 액즙의 sucrose 함량도 과육과 비슷하게 감소하는 추세이었다. 그러나 glucose 함량은 과육의 경우 보존기간 중 거의 변화가 없었다. 액즙에 있어서 그 함량이 살균조건에 따라 50%에서 250%까지 증가하는 경향이었다.

또한 fructose 함량은 과육, 과즙 모두 전 구간에 걸쳐 저장 45일 이후부터 서서히 증가하는 경향이었다.

따라서 밤 water pack 제품의 보존 기간 중 과육부분의 가용성 당질이 액즙으로 이동되며 특히 sucrose는 저장 90일 이후 glucose와 fructose로 분해되어 일부는 과육에 잔존하며 일부는 액즙으로 용출되어 그 함량이 증가한 것이 아닌가 생각된다.

Table 19. Changes in the soluble solid contents of water pack chestnut juice during storage in room temperature (°Bx)

Tretment	Storage day				
	0	45	90	135	180
A12	2.3	3.3	3.3	3.1	3.2
B13	2.2	3.2	3.2	3.1	2.8
C14	2.0	3.0	3.1	3.0	3.0
D22	1.9	3.3	3.1	3.0	2.7
E23	1.9	3.1	3.3	3.1	2.9
F24	2.0	3.1	3.2	2.8	3.0
G32	2.1	3.2	3.0	2.8	3.0
H33	2.3	2.8	2.9	3.0	2.9
I34	2.3	3.2	3.4	3.2	3.1
J12	1.9	3.0	3.2	3.0	2.7
K23	1.8	3.0	3.0	2.9	2.9
L34	2.1	3.1	3.2	2.6	2.6

Table 20. Change in the sucrose contents of water pack chestnut during storage in room temperature (%)

Treat -ment	Storage day									
	0		45		90		135		180	
	flesh	juice	flesh	juice	flesh	juice	flesh	juice	flesh	juice
A12	0.981	1.389	0.995	1.382	0.686	0.697	0.566	0.572	0.542	0.580
B13	1.094	1.418	0.996	1.425	0.407	0.607	0.691	0.655	0.624	0.639
C14	1.012	1.185	0.765	1.706	0.353	0.323	0.375	0.334	0.420	0.375
D22	1.171	1.240	1.012	1.469	0.296	0.595	0.620	0.616	0.586	0.620
E23	1.273	1.218	0.899	1.302	0.593	0.584	0.581	0.610	0.571	0.598
F24	0.959	1.152	1.028	1.235	0.565	0.555	0.480	0.497	0.486	0.454
G32	1.180	0.870	1.004	1.027	0.503	0.473	0.493	0.520	0.472	0.512
H33	0.977	1.382	1.302	1.375	0.468	0.479	0.556	0.578	0.515	0.537
I34	1.057	0.853	0.667	1.285	0.620	0.624	0.668	0.660	0.624	0.606
J12	1.105	1.279	1.103	1.224	0.576	0.577	0.532	0.405	0.505	0.430
K23	1.099	0.980	0.827	1.299	0.529	0.535	0.539	0.558	0.529	0.525
L34	1.063	0.985	1.571	1.223	0.629	0.663	0.586	0.644	0.577	0.620

Table 21. Changes in the glucose contents of water pack chestnut during storage in room temperature (%)

Treat-ment	Storage day									
	0		45		90		135		180	
	fresh	juice	fresh	juice	fresh	juice	fresh	juice	fresh	juice
A12	0.130	0.280	0.250	0.545	0.635	0.754	0.565	1.162	0.594	0.985
B13	0.156	0.360	0.145	0.698	0.351	1.076	0.712	0.821	0.692	0.795
C14	0.134	0.623	0.148	0.496	0.632	1.133	0.691	1.168	0.630	1.041
D22	0.124	0.755	0.158	0.758	0.581	0.841	0.650	0.768	0.592	0.698
E23	0.124	0.190	0.108	0.625	0.605	0.762	0.584	0.757	0.598	0.725
F24	0.147	0.457	0.144	0.632	0.558	1.113	0.538	0.691	0.540	0.688
G32	0.122	0.414	0.134	0.741	0.503	0.630	0.456	0.684	0.440	0.675
H33	0.139	0.328	0.096	0.568	0.537	0.569	0.619	0.695	0.518	0.684
I34	0.149	0.293	0.148	0.495	0.581	0.775	0.654	0.785	0.720	0.733
J12	0.130	0.280	0.133	0.612	0.601	0.780	0.594	0.565	0.585	0.613
K23	0.120	0.280	0.102	0.820	0.518	0.687	0.583	0.612	0.590	0.594
L34	0.142	0.414	0.293	0.547	0.589	0.780	0.472	0.654	0.512	0.662

Table 22. Changes in the frucose contents of water pack chestnut during storage in room temperature (%)

Treat-ment	Storage day									
	0		45		90		135		180	
	fresh	juice	fresh	juice	fresh	juice	fresh	juice	fresh	juice
A12	0.129	0.467	0.202	0.410	0.121	0.668	0.108	0.659	0.112	0.362
B13	0.335	0.324	0.220	0.364	0.089	0.605	0.129	0.679	0.104	0.654
C14	0.275	0.502	0.193	0.656	0.111	0.607	0.121	0.674	0.125	0.660
D22	0.159	0.495	0.225	0.354	0.118	0.701	0.115	0.630	0.094	0.595
E23	0.133	0.278	0.165	0.297	0.111	0.612	0.103	0.608	0.107	0.612
F24	0.295	0.310	0.216	0.310	0.111	0.595	0.098	0.585	0.085	0.565
G32	0.142	0.308	0.206	0.142	0.096	0.531	0.083	0.530	0.091	0.512
H33	0.128	0.363	0.267	0.266	0.100	0.508	0.103	0.604	0.109	0.557
I34	0.132	0.245	0.208	0.318	0.112	0.587	0.115	0.617	0.104	0.594
J12	0.146	0.358	0.195	0.285	0.113	0.647	0.106	0.621	0.095	0.631
K23	0.137	0.240	0.193	0.311	0.095	0.551	0.102	0.608	0.100	0.617
L34	0.120	0.310	0.298	0.282	0.109	0.633	0.082	0.530	0.080	0.520

나. pH 및 캔 진공도, 경도의 변화

pH는 밤 가공품의 보존기간 중 미생물의 증식에 영향을 미치는 인자로 현행 water pack 가공제품에서는 pH를 4.7±0.2로 조정하고 있다.

보존 기간 중 pH는 미미하게 증가하였으나 전반적으로 4.5 5.0 사이로 초기 수준을 유지하였고 저장 6개월 후에도 4.78 5.15를 나타내었다.

Table 23. Changes in the pH of water pack chestnut during storage in room temperature

Treatment	Storage				
	0	45	90	135	180
A12	4.67	5.01	5.06	4.82	5.02
B13	4.58	5.05	4.92	5.04	5.04
C14	4.66	4.91	4.87	4.72	4.78
D22	4.71	4.99	5.04	4.96	4.84
E23	4.59	5.05	5.11	5.00	5.30
F24	4.68	4.89	4.94	4.82	5.26
G32	4.60	4.88	5.10	5.32	5.11
H33	4.72	5.35	6.18	4.92	4.94
I34	4.85	4.71	4.75	4.70	4.82
J12	4.66	5.13	5.16	5.09	5.07
K23	4.75	5.04	5.06	5.05	5.15
L34	4.59	5.31	5.34	5.28	4.98

캔 진공도는 보존 기간 중 모든 실험구에서 큰 변화를 보이지는 않으나 저장 135일째 일부 구간에서 20㎝Hg 이하로 나타났다.(Table 24).

보존 중의 경도의 변화는 Table 25와 같이 보존 기간 중 전반적으로 증가하는 경향을 보이며 특히 보존 45일 이후부터 뚜렷한 증가를 보이며 그 이후는 서서히 증가하

는 경향을 보였다.

살균온도와 시간에 대한 영향을 살펴보면 뚜렷한 유의차를 보이지 않고 있으며, 이는 water pack 가공제품의 경도는 살균온도와 시간보다는 자숙공정에 영향을 많이 받는 것으로 생각된다. 특히 실험구 J12, K23, L34의 실험구에서는 경도의 증가가 다른 실험구에 비해서 높았는데 이것은 앞서 자숙공정 연구에서 최적화한 공정이 water pack 제품의 살균처리 후 보존기간 중 경도 유지에 적합한 것으로 생각된다.

Table 24. Changes in the degree of vacuum of water pack chestnut can during storage in room temperature (cmHg)

Sample	Storage day				
	0	45	90	135	180
A12	22.4	15.9	18.0	18.0	17.6
B13	23.0	20.8	18.7	16.9	18.2
C14	19.7	18.2	25.0	22.1	20.1
D22	20.2	20.1	19.8	18.6	18.9
E23	21.3	22.0	21.2	16.8	15.4
F24	19.7	15.9	18.0	16.1	14.8
G32	22.6	20.0	26.0	22.1	20.1
H33	23.0	20.1	20.0	20.0	21.5
I34	18.3	22.3	21.6	18.5	18.2
J12	18.7	26.0	22.3	19.3	18.6
K23	20.4	25.9	24.3	18.7	15.4
L34	19.7	24.0	21.2	21.0	20.1

Table 25. Changes in the firmness of water pack chestnut during storage in room temperature (g)

Treatment	Storage day				
	0	45	90	135	180
A12	152.3	161.8	156.6	196.8	189.6
B13	174.5	147.5	163.3	160.0	170.2
C14	164.1	230.0	227.5	266.2	204.5
D22	157.2	191.6	177.2	171.2	165.8
E23	159.2	209.4	168.1	221.1	200.1
F24	166.6	203.8	151.8	195.5	203.5
G32	190.3	217.0	177.7	146.0	156.2
H33	183.4	192.0	156.8	199.8	185.2
I34	170.7	240.5	199.3	172.5	162.3
J12	162.2	231.5	253.1	240.2	220.3
K23	161.9	203.0	224.3	238.5	210.6
L34	172.2	192.0	236.1	198.2	195.3

다. 물성 분석

보존 기간 중의 Hardness(경도) 변화는 Table 26과 같으며 보존 기간이 길어질수록 모든 실험구에서 450 550g으로 증가하는 경향을 보였다. 이는 경도계로 측정한 water pack 제품의 경도 변화와 유사한 경향이었다. 살균온도와 시간에 대한 차이는 보이지 않았으며 실험구 J12, K23, L34의 경우 다른 실험구에 비해 다소 높은 값을 나타내었다.

응집성은 0.175 0.240으로 보존 기간 중 큰 차이는 보이지 않았다.

부착성(adhesiveness)는 -47.79 -24.01로 보존 기간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었다.

Table 26. Changes in the hardness of water pack chestnut during storage in room temparuture (g)

Treatment	Storage day				
	0	45	90	135	180
A12	393.9	462.9	429.6	475.6	329.3
B13	422.9	464.9	573.6	488.8	452.6
C14	592.7	563.3	588.2	638.7	397.5
D22	384.1	567.2	585.7	471.2	532.0
E23	482.2	504.1	416.8	520.6	353.2
F24	493.1	465.9	471.5	447.3	408.6
G32	410.5	480.9	513.9	518.8	391.4
H33	444.9	494.3	432.8	524.0	472.6
I34	424.5	563.1	517.2	505.5	379.2
J12	493.0	552.7	514.5	511.7	482.1
K23	407.8	529.8	507.2	524.7	349.4
L34	482.4	511.3	581.6	565.0	401.1

Table 27. Changes in the cohesiveness of water pack chestnut during storage in room temperature

Treatment	Storage day				
	0	45	90	135	180
A12	0.215	0.205	0.226	0.199	0.189
B13	0.219	0.194	0.205	0.214	0.221
C14	0.177	0.180	0.196	0.185	0.187
D22	0.169	0.177	0.206	0.188	0.200
E23	0.165	0.208	0.204	0.225	0.212
F24	0.183	0.200	0.186	0.240	0.192
G32	0.179	0.182	0.189	0.175	0.183
H33	0.227	0.193	0.168	0.192	0.227
I34	0.195	0.197	0.215	0.215	0.234
J12	0.199	0.196	0.191	0.203	0.213
K23	0.223	0.219	0.182	0.199	0.195
L34	0.196	0.205	0.215	0.188	0.208

Table 28. Changes in the adhesiveness of water pack chestnut during storage in room temperature

Treatment	Storage day				
	0	45	90	135	180
A12	-51.39	-37.42	-41.96	-29.22	-22.09
B13	-64.19	-36.24	-25.02	-32.71	-39.20
C14	-64.87	-45.44	-30.42	-35.08	-33.34
D22	-39.05	-31.30	-22.03	-47.79	-44.28
E23	-77.74	-44.99	-44.86	-43.96	-35.07
F24	-53.81	-38.08	-114.93	-22.14	-31.56
G32	-45.45	-32.62	-23.64	-31.63	-23.32
H33	-52.09	-33.02	-16.01	-24.81	-27.91
I34	-56.84	-60.05	-28.60	-35.44	-31.15
J12	-59.39	-36.03	-30.82	-43.77	-27.73
K23	-47.79	-47.37	-34.77	-33.65	-25.51
L34	-33.71	-34.36	-43.83	-24.01	-30.88

라. 미생물 검사

일반세균은 Nutrient broth agar 배지, 대장균은 desoxycholate agar, 혐기성 세균은 thioglycollate 배지를 사용하여 접종 후 37℃에서 2 3일간 배양하면서 생장 유무를 확인하였다. 보존 6개월 동안 모든 실험구에서 일반세균, 대장균, 혐기성 세균의 발육은 음성을 나타내어 위에서 설계한 살균조건을 현장에서 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 장기 보존 시험에서 12개월 후 미생물 검사를 실시한 결과 모든

실험구에서 대장균 및 일반세균은 음성을 나타내었으나 혐기성 세균의 경우 G32와 H33 실험구에서 양성을 나타내었다. G32와 H33의 85℃에서 각각 20분, 30분 사균처리한 실험구로 장기보존 시에는 90℃ 이상의 열처리가 요구된다.

Table 29. Changes in the microbial population of water pack cheastnut during storage in room tempature

Treat-ment	Storage day														
	0			45			90			135			360		
	T.B[1]	C.B[2]	A.B[3]	T.B	C.B	A.B	T.B	C.B	A.B	T.B	C.B	A.B	T.B	C.B	A.B
A12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
H33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
I34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[1]total bacteria, [2]coliform bacteria, [3]anaerobic bacteria

4. 밤의 효율적 박피를 위한 연구

가. 알카리 처리에 의한 박피 연구

밤의 박피 방법으로는 기계적 박피, 화학적 처리에 의한 박피, 자숙에 의한 박피 등이 있으며 화학적 처리제로 NaOH, 가성소다, glycerin 등의 처리 등이 보고된 바 있다. 본 연구에서는 알카리 처리에 의한 박피 방법을 연구하기 위해서 외피의 경우

NaOH를 사용하여 물과 20% 에탄올을 용매로 농도를 3, 6, 9, 12%의 4개 구간, 처리시간을 6, 9분으로 나누고, 이때 처리온도를 65℃로 하여 밤의 박피 효과를 조사하였다.

내피는 먼저 외피를 박피한 후 NaOH 농도 2, 4, 6%, 처리시간 10, 15, 20분, 처리온도 40℃에서 실험하였다.

외피의 경우 Table 30과 같이 NaOH 농도 9% 이하에서는 박피가 되지 않았으며 12%에서는 박피가 양호하였다. 물과 20% 에탄올용액 사이에는 차이를 나타내지 않았다. NaOH 농도 9%와 12%의 경우 박피는 용이하나 내피에 검은색의 색소가 침착이 되는 단점이 있었다.

Table 30. Degree of peeling of outer peels of chestnut by alkali treatment

		3%		6%		9%		12%	
		6min	9min	6min	9min	6min	9min	6min	9min
H_2O	score	1*	1	1	2	4	4	5	5
	coloring	-	-	-	-	+	+	+	+
20% EtOH	score	1	2	2	3	4	5	5	5
	coloring	-	-	-	+	+	+	+	+

* degree of peeling, 1:very poor; 2: poor; 3:fair; 4:good; 5:very good

내피의 경우에는 전반적인 실험구에서 박피가 되었으며 Table 31과 같이 NaOH의 농도가 증가할수록, 처리시간이 길어질수록 박피가 잘 되었다. NaOH 농도 4%와 6%사이에는 처리시간에 따른 차이점이 없었고 처리시간이 20분일 때 과육에 색소가 침착됨을 관찰할 수 있었으며 5% 구연산 용액에 15분 간 중화시키면 색소의 탈착으로 인한 색의 회복이 관찰되었다.

Table 31. Degree of peeling of inner peels of chestnut by alkali treatment

NaCH (%) / Time	2		4		6	
	Score	coloring	Score	coloring	Score	coloring
10 min	2*	-	3	-	3	-
15 min	3	-	5	-	5	+
20 min	4	-	5	+	5	+

* degree of peeling, 1:very poor; 2: poor; 3:fair; 4:good; 5:very good

나. 산처리에 의한 박피 실험

산처리에 의한 밤 내피의 박피 정도를 HCl과 HClO4 용액을 1%, 2%, 3%의 농도로 구분하여 처리온도 45, 50, 55℃에서 20분, 30분간 처리한 결과는 Table 32와 같다. HCl과 HClO4 모두 1%농도에서는 효과가 없었으며 각각의 온도 구간에서 2%농도로 30분간 처리하였을 때 박피가 양호하였으며, 농도가 3%로 증가할 경우 박피는 매우 잘 되나 과육이 익는 현상이 일어나서 상품적 가치를 떨어뜨리게 된다. 실험 구간 중 HClO4 2% 농도로 50℃에서 30분간 처리한 구간에서 가장 좋은 박피 효과를 나타내었으며, 온도가 높아짐에 따라 박피는 잘 되나 역시 밤이 익는 현상이 일어나서 과육의 경도가 떨어진다.

Table 32. Degree of peeling of inner peels of chestnut by acid treatment

Treat-ment / Acid	Temp. / Time / Conc.	45℃		50℃		55℃	
		20min	30min	20min	30min	20min	30min
HCl	1%	0*	0	0	0	0	0
	2%	2	3	2	4	2	4
	3%	3	4	5	5	5	5
HClO4	1%	0	0	0	0	0	0
	2%	0	2	3	5	3	4
	3%	3	3	4	5	5	5
HNC3	1%	0	0	0	0	0	0
	2%	2	3	2	3	3	3
	3%	3	3	4	4	4	4

* degree of peeling, 1:very poor; 2: poor; 3:fair; 4:good; 5:very good

또한 산처리 박피의 전처리로 수침의 효과를 알아보기 위하여 앞서 실험한 구간 중 가장 좋은 효과를 보인 구간에서 처리하기 앞서 밤의 외피를 제거한 후 상온에서 12시간, 48시간 수침시킨 후 그 효과를 비교하였다.

Table 33에 나타난 것과 같이 수침 시간이 길어질수록 박피의 효과는 더 큰 것으로 나타났으며, 12시간 수침시 HCl 보다는 $HClO_4$에서 박피가 더 잘되었다. $HClO_4$의 경우 12시간 침지한 것과 48시간 침지한 처리구 사이에서 큰 차이를 보이지 않고 있으며, 수침시간이 길어질수록 밤의 상품적 가치가 떨어짐을 고려할 때 12시간 정도의 수침이 가장 적당하다고 생각된다.

Table 33. The degree of peeling of inner peels of chestnut by acid treatment with sinking in water

Treatment / Sinking time(hr)	2%, 50℃, 20min		
	HCl	HClO4	HNO3
0	1*	2	2
12	4	5	3
48	4	5	4

*degree of peeling, 1:very poor; 2: poor; 3:fair; 4:good; 5:very good

다. 기계적 박피를 위한 밤의 물리적 특성 조사

밤은 품종별로 형태 및 중량 등의 물리적 특성이 다양하여 기계적으로 일관된 박피 공정의 확립 및 자동화가 다른 과실에 비하여 특히 까다롭고 어렵다. 따라서 이러한 밤의 박피에 미치는 물리적 특성을 예측이 가능하다면 기계적 박피 시스템의 개발이 더욱 손쉬울 것으로 생각된다.

이러한 점에서 밤의 박피에 미치는 물리적 특성을 조사하여 각 특성간의 상관관계 및 예측 모델식을 수립하였다.

축파, 은기 두품종의 중량, 장경, 단경, 체적, 외피 중량, 내피 중량을 측정하여 중량별로 축파 품종을 S(15 20g)사이즈, M(20 25g)사이즈, L(25 30g)사이즈로 구분하였고, 은기 품종은 S(15 20g)사이즈, M(20 25g)사이즈, L(25 30g), XL(30 35g)사이즈로 구분하여 통계처리 자료로 사용하였다.

Table 34는 각 사이즈별로 은기와 축파의 물리적 측정값의 평균값을 나타낸 것이다.

Table 34. Physical properties of chestnut

Kinds \ Items	Size	Weight(g)	Long length(cm)	Short length(cm)	Volume(ml)	Cuter peel weight(g)	Inner peel weight(g)
Eungi	XL(30-35g)	32.41±3.35	4.69±0.21	3.10±0.22	38.68±1.06	3.62±0.19	3.43±0.21
	L(25-30g)	27.28±3.30	4.42±0.26	2.92±0.22	33.02±1.41	3.11±0.54	2.76±1.09
	M(20-25g)	22.74±3.33	4.15±0.21	2.72±0.28	26.93±1.07	2.63±0.35	2.32±0.65
	S(15-20g)	18.61±3.48	3.93±0.40	2.43±0.27	23.00±0.98	2.15±0.07	1.94±0.90
Chukpa	L(25-30g)	26.73±3.30	4.40±0.17	2.81±0.40	32.04±0.70	3.14±0.19	2.13±0.50
	M(20-25g)	22.47±3.47	4.17±0.05	2.58±0.49	27.12±2.12	2.80±0.86	1.92±0.62
	S(15-20g)	18.36±4.02	3.91±0.01	2.33±0.60	22.94±0.71	2.43±0.29	1.64±0.39

은기와 축파 품종의 물리적 특성을 측정하여 회귀분석을 통하여 이들 각 특성간의 상관계수를 구하였다.(Table 35,36) 은기와 축파 품종 모두 전반적으로 중량과 다른 물리적 특성들 간의 상관계수가 높게 나타났으며 은기에서는 외피 중량은 0.6778, 내피 중량이 0.8475, 축파에서는 외피 중량이 0.6661, 내피 중량이 0.5903의 상관계수를 나타내었다. 그러나 다른 특성치 간의 상관 계수는 낮게 나타났으며 밤의 장경, 단경과 다른 특성치와는 가장 낮은 상관관계를 나타내었는데 이는 다양한 밤의 형태에서 기인한 것으로 생각된다.

Table 35. Correlation coefficients among physical properties of Eungi chestnut

	Weight	Volume	Long length	Short length	Outer peel weight	Inner peel weight
Weight	-					
Volume	0.7887	-				
Long length	0.7966	0.6004	-			
Short length	0.8683	0.6993	0.7455	-		
Outer peel weight	0.6778	0.6077	0.4531	0.4485	-	
Inner peel weight	0.8475	0.7411	0.6234	0.7778	0.6531	-

Table 36. Correlation coefficients among physical properties of Chukpa chestnut

	Weight	Volume	Long length	Short length	Outer peel weight	Inner peel weight
Weight	-					
Volume	0.6657	-				
Long length	0.8119	0.5470	-			
Short length	0.6687	0.4227	0.2188	-		
Outer peel weight	0.6661	0.4614	0.6860	0.2572	-	
Inner peel weight	0.5903	0.3118	0.4950	0.4379	0.3711	-

또한 이러한 물리적 특성치로부터 밤의 내피 및 외피의 중량을 산출하기 위여 다중회귀를 실시하여 다음과 같은 회귀식을 구하였다. 두 품종 모두 내피가 외피보다 높은 R2값을 나타냈으며 은기의 경우 외피와 내피 모두 축파보다 높은 R2값을 나타내었다. 이는 은기의 각 물성치간의 상관계수가 축파보다 더 높게 나타난 결과와 일치하며 은기의 경우 축파 품종보다 비교적 외형이 균일한 탓에 기인한 것으로 생각된다.

Y1(은기) = -2.1174 + 0.0588X1 + 0.0166X2 - 0.1253X3 + 0.5628X4 + 0.2968X5

(R^2=0.7617)

Y1(축파) = -1.1432 + 0.0392X1 - 0.0132X2 + 0.4710X3 + 0.2928X4 - 0.029X5

(R^2=0.3473)

Y1 = inner peel weight

X1 = weight

X2 = volume

X3 = long length

X4 = short length

X5 = outer peel weight

Y2(은기) = -0.1512 + 0.1043X1 - 0.0089X2 + 0.2394X3 - 0.1213X4 - 0.0274X5

(R^2=0.6771)

Y2(축파) = -0.0866 + 0.0771X1 + 0.0018X2 + 0.4430X3 - 0.2814X4 - 0.0262X5

(R^2=0.5164)

Y2 = outer peel weight

X1 = weight

X2 = volume

X3 = long length

X4 = short length

X5 = inner peel weight

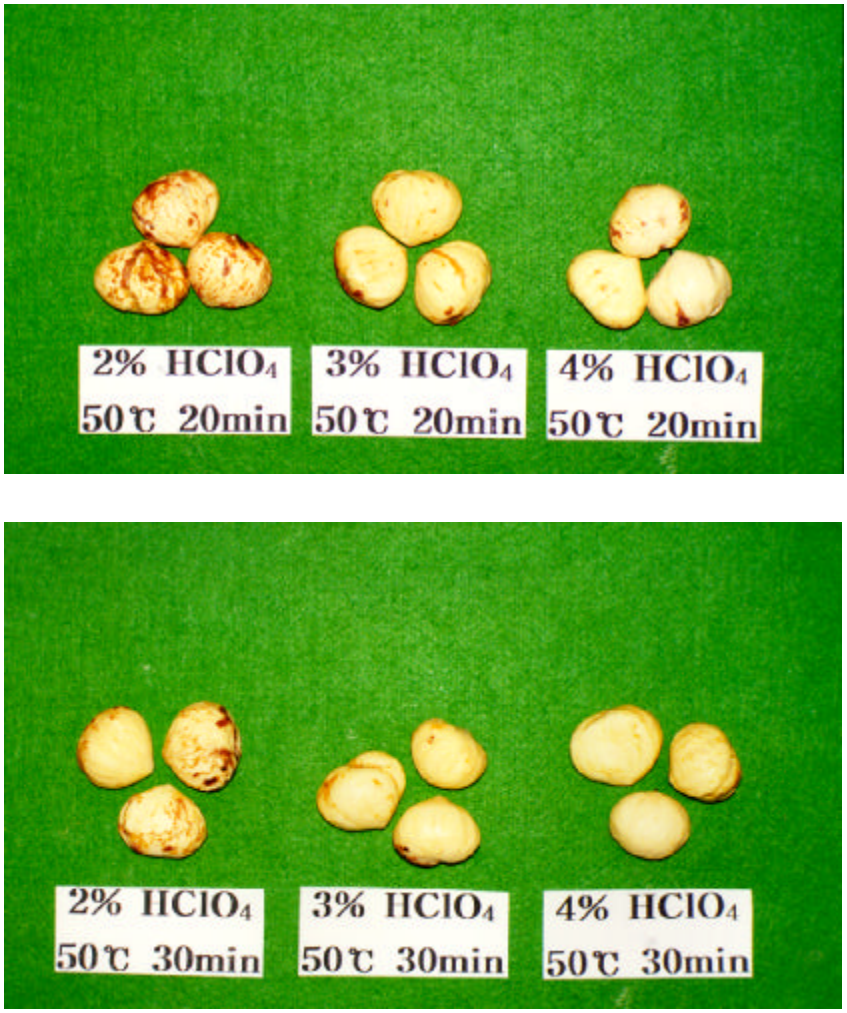


Fig. 4. Photograph of peeled chestnut by acid treatment.

제 4 장 새로운 밤 가공제품의 개발

제 1 절 서 설

우리 나라의 밤은 중국 하북성의 중국률이 넘어와 재배되기 시작한 것으로 알려지고 있으며, 과수 중 재배역사가 가장 오래되었고 우리 나라 지형과 풍토에서 재배가 용이한 장점 때문에 그 생산량이 해마다 증가하고 있다(1). 또한 밤은 여러 독특한 향기 성분 및 풍부한 영양적 가치를 지니며 맛도 좋아서 널리 이용되는 식품재료 중의 하나이다.

우리 나라에서 소비되고 있는 밤은 제례시에 생과로 소량 소비되는 정도이고 통조림, 당과류용, 제빵용 정도로 이용되고 있으나 큰 성과를 거두지 못하고 있다. 그리고 수출용 밤의 70% 이상은 일본으로 수출되고 있는데, 그 수출 형태는 깐 밤, 통조림(병조림 포함), 내피밤, 냉동밤, 생률의 순으로 그 중 약 90% 정도가 깐 밤 형태이다. 그러나 이는 가용성 성분의 용출로 인한 pH 상승과 부패 및 백탁 현상이 발생하는 등 여러 문제점을 안고 있다. 또 명반을 가하여 shelf-life를 연장하고 있으나(12), 수입국 당사자들이 무표백 제품, 명반 무첨가 제품을 선호하고 있고 또한 새로운 형태의 가공제품을 요구하고 있는 실정이므로 수출의 대부분을 차지하는 단순 가공품의 형태로는 수출에 큰 어려움이 있다. 따라서 매년 증가하는 밤의 소비량을 늘리고 저장과정 중 벌레먹은 밤의 효율적 이용을 위한 새로운 방법의 모색, 또한 수출 확대 및 부가가치 상승을 위한 다양하고 기호성 있는 밤가공 제품이 개발되어야 할 것이다. 밤에 관한 연구로는 밤의 품종별 성분분석 및 저장 중 변화에 관한 연구(5.6), 장기저장을 위한 연구가 있으며 생밤과 증자한 밤의 성분을 분석한 연구가 있다. 가공적성에 관한 연구로서 당침액으로 설탕대신 이성화당을 대체 실험한 연구보고서(6)가 있었으며, 밤을 이용한 카스테라 및 밤묵의 제조와 이들의 관능검사에 대한 연구(11,49,54) 밤의 중간제품 가공에 관한 연구, 밤제품 다양화 연구 등

에서 밤과육, 으깬 밤, 당침 밤, 밤후레이크 등을 이용, 가공제품의 중간소재(5)로 활용한 바 있다. 또한 밤가루 조제 방법별 색도, 백도 및 변색 기호도 등의 연구가 있으며 밤가루의 변색 방지를 위한 blanching 효과를 시험한 결과가 보고된 바 있으며 밤의 효율적인 가공을 위해 밤전분의 물리화학적 특성과 텍스쳐 특성(13,69,), 밤전분을 이용한 밤묵의 관능검사와 노화특성, 기타 물리적 변성전분의 제조에 관한 연구가 보고되어 있다. 이상과 같은 여러 가지의 연구가 이루어져 있으나 종래의 가공방법에 따른 문제점들을 해결하고 개선하기 위한 연구들은 아직 미비한 실정이며 체계화되지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 종래의 전통적인 열처리에 비하여 간편하고 효율적인 마이크로파를 이용하여 당침밤을 제조(55,56), 기존의 당침밤 제품과 그 품질을 비교하였으며, 밤을 이용한 각종 중간가공 제품을 개발, 제조하여 이들의 저장성, 밤 특유의 향미 유지능, 간편성 등을 개선하기 위한 공정개선 및 제품개발에 대하여 연구를 수행하였다. 이에 따라 밤가루를 이용한 밤 페이스트 개발 및 이를 이용한 가공제품의 제조와 품질 평가를 행하였으며, 밤을 보다 효율적으로 이용하기 위한 방법의 모색의 일환으로 새로운 변성방법(66,71,72)을 응용하여 밤전분을 제조, 이들의 가공적성을 조사하였다. 또한 가공공정상의 cost를 줄이면서도 밤의 품질을 개선할 수 있도록 blanching 방법을 개선하였으며 이 blanching 방법을 이용하여 밤가루를 제조(57-59)하였고 이를 가공제품에 응용하는 연구를 행하였다.

제 2 절 재료 및 방법

1. 실험 재료

1995-1997년 수확한 한국밤(Castanea bungena)을 (주)협성농산에서 구입하여 손으로 박피한 후, 6% 소금물에 침강하는 건전한 과육을 선별하여 시료로 사용하였다.

2. 품질 평가

가. 일반성분

1) 수분 : 105℃ 상압 가열 건조법으로 수분 함량을 조사하였다.

2) 조단백질 : Micro Kjeldahl법으로 함량을 구하였고, 단백질 환산계수로는 6.25를 곱하였다.

3) 조지방 : Soxhlet 추출법으로 정량하였다.

4) 조회분 : 직접 회화법으로 550℃의 전기 회화로에서 직접 회화하여 그 함량을 구하였다.

5) 조섬유 : Henneber Stohrmann법을 개량한 ACAC 방법으로 구하였다.

나. 당침투 효과

각 시료구의 과육과 증류수를 동량으로 마쇄, 여과하여 얻어진 맑은 액을 Abbe형 굴절당도계를 사용하여 가용성 고형분량(。Brix)으로 나타내었다.

다. 가용성 탄닌, Vitamin C, Pectin과 당의 분석

1) 가용성 탄닌 : Folin-Denis 비색법에 의해서 탄닌을 정량하였다.

2) Vitamin C : 2, 4-dinitrophenylhydrazine 비색법으로 정량하였다.

3) Pectin 분석 : McComb의 방법에 의하여 pectin물질을 분석하였다.

4) 당분석 : 환원당은 Nelson-Somogyi법을 사용하여 정량하고 총당 phenol -H_2SO_4 법으로 정량하였다.

라. 색도측정

색도는 Chromameter(Minolta Co., Japan, Model CR-200)를 사용하여 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b) 및 갈색도(brownness,

▽E)를 측정하였다. 이때의 표준색으로 L=97.79, a=-0.38, b=+2.05인 표준판을 사용하였다. 각 시료당 5회 측정하여 평균낸 값을 나타내었다.

마. **향기성분**(63)

생체의 head space 향기성분은 시료 일정량(100g)을 생체인 상태로 밀폐된 용기에 넣고 바닥에는 petri dish를 놓았다. 30℃의 항온수조에서 정치 후 N2 gas를 분당 100㎖씩 유입시키고 ø6×120㎜의 유리관에 80㎎의 Tenax-TA를 충진시킨 trap에 향기성분을 5시간 흡착시켜서 밀봉하여 -80℃이하에서 보존하였다. 흡착된 향기성분은 5㎖의 diethyl ether로 용출하여 N2 gas로 100㎕로 농축한 후 gas chromatograph(GC)로 분석하였고, GC-MS로 성분을 확인하였다.

바. Texture(65)

Texture를 알아보기 위해 rheometer를 이용하여 측정하였다. 시료는 가로 2.5㎝, 세로 2.5㎝, 높이 2㎝로 자른 후 texture를 측정하였다. 각 시료구당 7번씩 측정하였으며, 각각 puncture test를 행하여 얻어진 TPA curve로부터 7개의 parameter를 구하였다.

사. **수율**, **전고형분**, **점도 측정**

1) 수율 : 단위 원료 무게당 제품의 무게를 백분율로 환산하였다.

2) 전고형분 : Refractometer(ATAGO,日本)로 측정하여。Brix로 나타내었다.

3) 점도 : Brookfield 점도계를 사용하여 측정하였다.

아. **물결합능력과 팽화력**

1) 물결합능력 : 시료 1g(건량기준)을 정확히 칭량하여 물 20㎖를 넣고 상온에서 1시간 동안 저어준 후 2,000×g의 속도로 15분간 원심분리하여 45°기울여서 1분간

방치하여 상징액을 제거하고 증가된 수분함량과 건조시료의 중량비로서 물결합능력을 구하였다.

$$\text{물결합능력}(\%) = \frac{\text{증가된 수분함량}}{\text{건조시료의 무게}} \times 100$$

2) 팽화력 : 시료 0.25g(건량기준)을 50㎖의 원심분리관에 취하여 여기에 증류수 20㎖를 가하여 잘 분산시킨 뒤 일정 온도의 water bath상에서 30분간 가열하면서 잘 저어준 후 2,000×g에서 20분간 원심분리하였다. 상징액을 제거한 후 침전된 시료의 무게와 건조시료의 무게의 비로서 팽화력을 구하였다.

$$\text{팽화력} = \frac{\text{침전된 시료무게}}{\text{건조시료의 무게}}$$

자. 청가 및 amylose 함량(70)

48시간 탈지시킨 시료 200㎎에 100㎖ 증류수를 가하고 90℃에서 45분간 호화시킨 뒤 용액 1㎖를 50㎖ 정용 플라스크에 취하여 1N NaOH 용액 0.5㎖를 가한 다음 끓는 수조에서 3분동안 가열한 후 방냉하였다. 여기에 1N HCl 0.5㎖를 가하고 potassium hydrogen tartarate 0.09g을 넣은 뒤 증류수를 가해 총량이 약 45㎖가 되도록 희석한 후 요오드 용액(0.2% I2 + 2% KI) 0.5㎖를 가하고 정용 플라스크의 지시선까지 증류수로 채워 20분간 발색시킨 뒤 spectrophotometer로 680㎚에서 흡광도를 측정하여 청가를 구하였다.

$$\text{청가} = \frac{\text{흡광도} \times 4}{\text{전분용액농도}(mg/100ml)}$$

amylose 함량은 아래식에 의해 구하였다.

$$\%\,Amylose = \frac{\text{전분의 청가} - \text{아밀로펙틴의 청가}}{\text{아밀로오즈의 청가} - \text{아밀로펙틴의 청가}} \times 100$$

순수한 amylose와 amylopectin의 청가는 각각 0.983, 0.196이었다.

차. 호화액의 투명도

0.2% 농도의 전분 현탁액을 50℃ 95℃까지 5℃ 간격으로 30분 가열하여 호화시킨 다음 찬물에 담가 빨리 실온으로 냉각시켰다. 호화액을 spectrophotometer를 사용하여 625㎚에서 광투과도를 측정하였다.

카. 호화특성

호화특성은 시차주사열량계(DSC, Rometric, U.K)를 이용하여 측정하였다. 얻어진 흡열 곡선으로부터 호화 초기온도(Tᵢ)와 호화 최대온도(Tᵢ), 호화 엔탈피(ΔH)를 구하였다.

타. Amylogram

Brabender/Visco/Amylograph를 사용하여 50℃ 95℃까지 1.5℃/min 속도로 상승시키면서 측정하였다.

파. X-**선 회절도**

X-선 회절기(X-ray Diffractometer, PHILIPS, Netherland)를 이용하여 Target : Cu, Voltage : 30KV, Current : 20mA, Full scale range : 2000cps, Scanning speed : 8°/min의 조건으로 회절 각도 2θ : 0 45°까지 회절시켜 분석하였다.

하. 관능검사

관능적 품질을 평가하기 위하여 차이 식별능력이 있는 10명의 학생을 관능검사요원으로 선정하여 이들에게 시험의 목적과 평가방법을 주지시킨 뒤 평가원 1명에게 2일 간격으로 3번에 걸쳐 5단계 평점법(1 : 매우 좋지 않다. 2 : 좋지 않다. 3 : 보통이다. 4 : 좋다. 5 : 매우 좋다)으로 관능평가를 실시하였다. 시료는 세 자리의 임의의 숫자로 표시하였다.

3. **당과 제품의 개발**

가. 자숙 방법 및 당침 방법(5,6,12)

· 일반 자숙 : 과육과 동량의 증류수를 서서히 가열하여 55℃에서 EDTA 0.05%, stankiton 0.3%를 처리하고 다시 95℃까지 가열한 후 maron soft 0.3%를 처리, 다시 5분 가열하여 이 자숙밤을 실험에 이용하였다.

· microwave 자숙 : 일반적인 열원을 이용한 자숙과정과 같이 microwave를 이용하여 서서히 승온시키면서 위의 처리를 동일하게 행하였다.

· 일반 당침 : 자숙밤에 소정농도의 당액을 자숙밤:당액의 비를 1:1.5로 하여 98℃가 될 때까지 서서히 가열한 후 방냉한다.

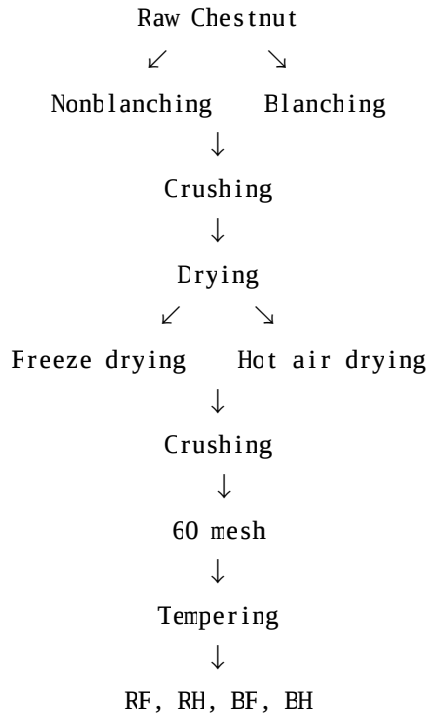
· microwave 당침 : 일반적인 열원 대신에 microwave 오븐을 이용 하여 일반적인 당침과정과 동일하게 처리하여 당침한다.

4. **밤페이스트제품 개발**

가. 밤 페이스트의 제조

효율적인 밤페이스트를 제조하기 위해 blanching 처리를 한 밤과 그렇지 않은 밤 그리고 건조 방법에 따라 나누어 제품을 개발하였다. Blanching은 생밤을 85℃, 5분간 가열하여 처리하였고, 건조는 동결건조와 열풍건조방법을 이용하였다. 건조 중 1시간 간격으로 적외선 수분 측정기로 수분을 측정하였으며, 동결온도는 -50℃, 진공

온도는 20℃에서 처리하였으며, 열풍건조는 예비실험을 거쳐 60℃에서 처리하였다. 가수량은 예비관능검사를 거쳐 Blanching 처리한 밤은 2.5배, 처리하지 않은 밤은 2배로 정하였다.



RF : Raw chestnut paste by Freeze drying RH : Raw chestnut paste by Hot air drying
BF : Blanching chestnut paste by Freeze drying BH : Blanching chestnut paste by Hot air drying

Fig. 1 Processing of chestnut paste.

나. 밤 페이스트를 이용한 가공제품개발

1) 밤 앙금의 제조

먼저 강낭콩으로 Fig. 2와 같이 앙금을 제조한 다음 밤 페이스트를 혼합(0 50%)하여 밤 앙금을 제조하였다.

Kidney bean 500g

↓

Immersion(7hr)

↓

Heating 15min with water 1.5ℓ

↓

Water 1.5ℓ addition after away cooking water

↓

Heating(80min. in 95℃)

↓

60mesh

↓

Washing(preservation in 4℃ refrigerator)

↓

Centrifugation(3000rpm)

↓

Hot air drying(60℃)

↓

60mesh

Fig. 2 Production of dry kidneybean sediment

2) 밤 양갱의 제조

1997년 영천에서 재배, 수확된 팥으로 소를 제조하였다. 소의 제조는 Fig. 2와 같다. 이때 건조 소의 수율은 68%였다. 건조 소에 물을 첨가하여 15°Brix로 조절한 다음 여기에 밤 페이스트(0 20%)와 설탕, 한천 등을 혼합하여 밤양갱을 제조하였

다. 먼저 알루미늄 냄비(원통형, 지름 20㎝)에 증류수 250㎖를 담아 분당 60회로 계속 저으면서 분말한천 5g을 넣고, 이를 완전히 용해시켰다. 여기에 설탕을 넣어 완전히 용해시키고 소와 밤 페이스트를 넣어 계속 같은 속도로 저어주면서 97℃에서 30초, 90℃에서 2분간 가열하였다. 제조한 양갱은 네모난 플라스틱통(가로 15㎝, 세로 10㎝, 높이 3㎝)에 담아 성형시킨 다음, 실온에서 30분 방치한 후 4℃ 냉장고에서 24시간, 다시 실온에서 1시간 방치한 후 양갱의 색, texture, 관능검사의 시료로 사용하였다.

3) 밤죽의 제조

제조된 밤 페이스트와 쌀가루, 찹쌀가루 등을 첨가하여 밤죽을 제조하였다. 먼저 재료들을 일정 비율로 혼합한 후 분당 60회로 계속하여 저어주면서, 97℃에서 1분 30초, 90℃에서 1분간 가열하여 죽을 완성하였다. 밤죽의 혼합비는 Table 1과 같다.

Table 1. Mixing rate of gruel with chestnut (unit : g)

Compounds	A	B	C	D	E	F
chestnut paste	0	5.0	10	15	20	25
rice flour	24	20	16	12	8	4
glutinous rice	6	5	4	3	2	1
NaCl			0.4			
water			130			

5. 식품가공용 소재개발

가. 밤 전분 제조

1) 천연 밤 전분(64)

1kg의 밤을 잘게 썰어 시료 무게의 2 3배 물을 가하여 Waring blendor로 마쇄

하였다. 이것을 100mesh의 표준망체에 통과시켜 여과한 후 3℃ 냉장고에 12시간 방치하여 전분을 침전시켰다. 상징액이 맑아질 때까지 증류수로 씻는 조작을 반복하여 전분을 정제하였다. 상징액을 버리고 남은 침전물은 2일동안 열풍건조(35℃)하여 말린 후 100mesh 표준망체에 통과시켜 전분시료로 하였다.

2) 알칼리 침지 전분

위와 같은 방법으로 밤을 마쇄하여 100mesh 표준망체를 통과한 전분을 냉장고에 하룻밤 방치한 후 여액을 버리고 침전물을 0.2% NaOH용액에 현탁시켜 냉장고에 방치하여서 가라앉힌 후 상징액을 버리는 조작을 5회 반복하였다. 그 후 증류수로 중성이 될 때까지 세척하였다. 남은 침전물은 위와 같은 방법으로 열풍건조하여 전분 시료로 하였다.

3) Hydroxypropyl화 전분(67,68)

알칼리 침지법으로 제조한 밤전분을 증류수를 가해 35% slurry로 현탁시켜 플라스틱 통에 넣고 water bath상에서 40℃로 유지시키면서 Na_2SO_4 30g을 천천히 용해시켰다. 1N NaOH를 이용하여 전분 현탁액의 pH를 11.5로 맞추었다. Propylene oxide를 전분에 대하여 6% 첨가한 후 마개를 닫아 밀폐시킨 후 40℃의 shaking water bath상에서 40시간 반응시켰다. Propylene oxide는 폭발성이 있으므로 현탁액이 담긴 플라스틱 통을 완전 밀폐시키지 않도록 주의해야 한다. 그 후 1N HCl로 pH를 5.0으로 조절하여 증류수를 가하여 냉장고에 하룻밤 방치한 후 여액을 버리고 이러한 과정을 중성이 될 때까지 반복하여 전분을 세척하였다. 남은 침전물은 위와 같은 방법으로 열풍건조하여 변성전분 시료로 하였다.

4) 산화전분

알칼리 침지법으로 제조한 밤전분을 35% 전분 slurry로 현탁시켜 1N NaOH를 가하여 pH 10으로 조절했다. 전분 현탁액이 40℃가 되면 sodium hypochlorite를 전분 건량의 6%를 첨가하여 3시간 반응시킨 후 7% HCl로 중화하였다.(pH 5.0±0.2) 반응이 종료된 전분 현탁액은 증류수로 세척하는 것을 반복하여 잔류 염소를 제거하여 탈수하고 열풍건조를 거쳐 분쇄한 후 변성 전분 시료로 하였다.

5) 초산전분

35% 전분 현탁액을 35℃에서 3% NaOH 용액과 0.15M 무수초산을 일정량씩 동시에 유입하면서 pH 8.5를 유지하고 1,000rpm으로 교반하면서 3시간 반응시킨 후 증류수로 중성이 될 때까지 세척하였다. 탈수한 후 열풍건조, 분쇄하여 변성 전분 시료로 사용하였다.

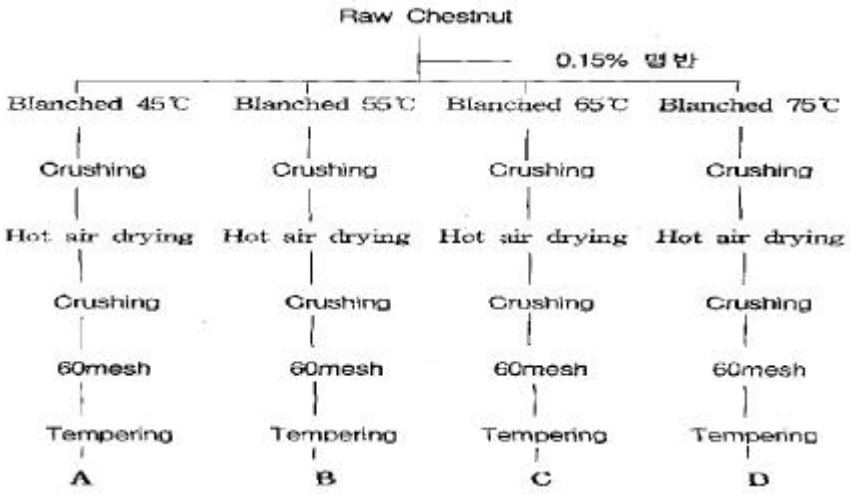
6) 열-수분처리 전분

알칼리 침지법으로 제조한 밤전분을 수분 함량이 27%가 되도록 증류수를 가하여 물과 전분이 잘 혼합되도록 섞은 후 용기에 담아 잘 밀봉하여 실온에서 6시간 방치하였다. 이것을 100℃ air oven에 16시간 열처리하여 냉각시키고, 밀봉한 것을 열어 수분 함량이 일정하게 되도록 다시 건조시켰다. 이것을 표준망체에 통과시켜 변성전분 시료로 사용하였다.

나. 밤 가루의 제조

밤가루의 제조를 위해 선별된 과육을 다른 온도에서 blanching 처리한 후 열풍건조하여 제품을 개발하였다. Blanching은 생밤을 45℃, 55℃, 65℃, 75℃에서 30분간 blanching 처리를 하였으며 열풍건조는 예비실험을 거쳐 60℃에서 처리하였다. 건조 중 1시간 간격으로 적외선 수분 측정기로 수분을 측정하여 수분함량이 10%미만

이 되도록 하였다.



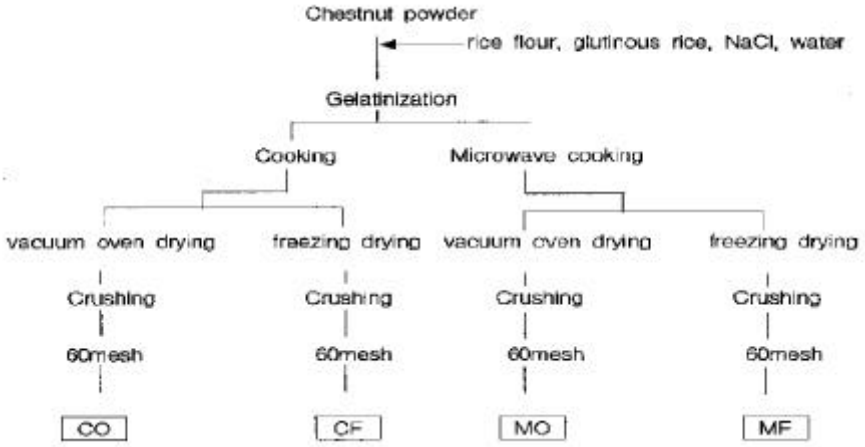
A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃
C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

Fig.3. Manufacture of powder to blanching treatment in chestnut

다. 밤 소재를 이용한 편의식 죽 제품 개발

1) 편의식 밤죽의 제조

45℃, 55℃, 65℃, 75℃에서 30분 blanching 처리를 하여 60℃에서 건조 한 밤가루 중 예비관능 검사를 통해 선택한 밤가루를 부재료(밤가루 : 쌀가루 : 찹쌀가루 : NaCl : water = 20 : 8 : 2 : 0.4 : 130)와 함께 직접가열, micrwave 가열 방법으로 밤죽을 제조하고 이를 건조방법에 따라 즉석 밤죽을 제조하였다. 밤죽의 건조조건은 진공오븐건조는 70℃에서 진공동결건조는 -70℃로 밤죽을 급속 동결하여 진공 건조하였다.



CO : Cooking chestnut gruel by vacuum oven drying CF : Cooking chestnut gruel by vacuum freezing drying MO : Microwave cooking chestnut gruel by vacuum oven drying MF : Microwave cooking chestnut gruel by vacuum freezing drying

Fig.4 . Processing of convenience chestnut juk

제 3 절 결과 및 고찰

1. 당침 밤 제품의 개발

가. 일반적인 당침밤의 제조

· 자숙과정 : 6% 식염수에 침강하는 건전과육을 서서히 가열하면서 선명한 색을 유지하기 위하여 EDTA나 각종 SO_2복합제재 및 명반을 가하고, 95℃에서 Maron soft를 첨가, 가열한 후 냉각 및 세척을 행한다.

· 당침과정 : 자숙밤을 보통 65。Brix의 당액내에서 12시간 정도 환류당침을 시켜 당침밤의 당도가 38 41。Brix가 되었을 때를 완성점으로 하여 탈기, 밀봉, 살균을 행한다.

나. 새로운 당침방법에 따른 제품의 개발

1) 자숙방법 및 당침방법에 따른 당침투효과 및 기호도 조사

가) 일반자숙 및 당침, 일반자숙 및 microwave이용당침, microwave이용자숙 및 당침방법에 따른 당침투효과 및 기호도 조사, 일반적인 자숙 및 microwave(17,18)를 이용한 자숙밤을 일반열원과 microwave를 이용하여 당침하고 시간에 따른 경도와 당도의 변화를 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Changes of hardness and sugar content according to boiling and soaking methods

Time (min)	G.G.		G.M.		M.M.	
	hardness	sugar content	hardness	sugar content	hardness	sugar content
0	0.81	18	0.82	18	0.87	18
10	0.78	22	0.76	22	0.81	25
20	0.76	25	0.67	25	0.64	26
30	0.63	26	0.67	30	0.71	28
40	0.72	28	0.57	32	0.39	32

* G.G. : boiled in water and soaked in sugar syrup(65° Brix) with heater
G.M.: boiled in water with heater and soaked in sugar syrup (65° Brix) with microwave oven(2,450 MHz)
M.M.: boiled in water and soaked in sugar syrup(65° Brix) with microwave oven

Table 3. Approximate components of sugared chestnuts according to boiling and soaking methods

Component	G.G.	G.M	M.M.
moisture(%)	50.55	54.20	51.80
crude protein(%)	6.076	5.208	4.340
crude lipid(%)	0.536	0.659	0.078
crude ash(%)	0.176	0.956	0.188
tannin(mg/100ml)	18.18	12.09	8.43
total sugar(mg/100ml)	98.08	66.67	22.44
reducing sugar(mg/100ml)	25.00	16.67	37.50

* G.G.: boiled in water and soaked in sugar syrup(65。Brix) with heater
G.M.: boiled in water with heater and soaked in sugar syrup(65。Brix) with microwave oven(2,450 MHz)
M.M.: boiled in water and soaked in sugar syrup(65。Brix) with microwave oven

microwave를 이용한 당침은 일반적인 당침보다 당침투속도가 빠르고 경도변화도 비교적 균일하여 당침밤의 연화에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다. 색도측정에 의하면 microwave를 이용한 자숙 및 당침구의 명도가 가장 낮았으며 일반자숙 및 microwave를 이용한 당침구의 녹색도가 가장 크고 일반자숙 및 당침구가 가장 황색에 가깝게 나타났다. 기호도검사에서 일반자숙 및 당침을 이용한 구가 색 및 외관에서 더 나은 점수를 얻은 것과도 관련이 있었다. 당침방법에 따른 기호도검사 결과 microwave를 이용한 당침구가 향, 조직감, 굳기 등에서 일반적인 당침방법보다 긍정적인 기호도 결과를 나타내었고 전체적인 기호도도 나은 것으로 나타났다.

자숙방법 및 당침방법에 따른 성분분석결과는 Table 3에 나타내었다. 일반자숙 및 microwave를 이용한 당침구의 경우 수분, 조지방의 함량이 가장 높게

나타났으며 microwave를 이용하여 자숙,당침을 모두 행한 구는 조지방, 탄닌, 총당의 함량이 매우 낮게 나타났다. 한편 갈변 요인으로 생각되는 탄닌은 일반적인 방법으로 자숙과 당침을 행한 구에서 가장 많았고 총당도 가장 많았다.

2) 당농도, 당종류 및 첨가물에 따른 당침투효과 및 기호도조사

가) 당침액의 농도별, 당침온도에 따른 당침투효과

일반자숙밤(10。Brix)을 35, 45, 55, 65, 75。Brix의 설탕액에서 서서히 가열하여 95℃가 되었을 때 5분 가열한 후 상온에서 방치시키면서 당침하여 시간에 따른 밤의 당도변화를 조사했다. 일반자숙밤을 65。Brix당액중에서 상온, 30℃, 60℃, 90℃로 당침하고 시간에 따른 밤의 가용성 고형분량을 조사하였다(Table 4).

Table 4. Changes of sugared chestnuts according to mash concentration and soaking temperature

Time	35。Brix				45。Brix				55。Brix				65。Brix				75。Brix			
(h)	r	30	60	90	r	30	60	90	r	30	60	90	r	30	60	90	r	30	60	90
0	22	2	24	26	26	28	24	29	30	31	36	34	33	33	36	38	36	36	38	38
9	22	2	24	28	26	28	28	29	30	31	34	34	37	36	36	40	36	36	40	44
15	26	2	24	29	26	28	28	34	30	32	32	40	35	35	37	43	34	40	42	48
20	24	2	26	30	28	30	30	38	32	35	36	45	34	39	38	44	36	38	42	51
24	23	2	25	26	27	26	27	37	32	34	39	42	31	32	34	38	32	34	34	45

(r : room temp.)

Table 4의 결과에 따르면 당침액이 고농도일 경우 시간경과에 따라 어느정도 밤의 당도가 저하되기도 하였으나 55 65。Brix일 때 가장 경제적이고 효율적인

당침이 이루어질 것으로 기대된다. 당침액의 농도와 당침온도가 높을수록 밤의 당도가 증가하는 것을 알 수 있으나 그 차이가 현저하지 않고 산업현장에서의 일반적인 당침밤 제조시 당침온도가 72℃정도인 것을 감안할 때 급격히 높은 당침온도가 요구되지는 않을 것이며 당액을 서서히 가온하여 품온을 유지하면서 당침을 시킬경우 당침투에는 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 즉 당침투효과와 비용측면을 모두 고려하면 현재 산업현장에서처럼 55 65。Brix의 당액에서 환류당침시키는 것이 효율적일 것이다. 한편 90℃에서 당침할 경우 12시간 이후부터는 당액이 갈변되고 15시간 이후부터는 당침밤이 갈변하며 이에 따른 이취가 발생하였다.

나) 당종류별 당침투효과

Table 5에 따르면 전체적으로 당침투가 고른데 isomaltooligo당과 과당, 포도당은 그 당침투정도가 설탕에 비해 우수하였다. Table 5는 각기 다른 종류의 당에 당침한 밤에 대한 기호도 검사결과로, fructooligo당은 당침투도는 낮지만 기호도면에서 매우 우수한 것으로 나타났고 다음으로 결정포도당이 당침투도도 좋고 기호도면에서도 좋은 결과를 나타냈으므로 설탕을 대체할 수 있는 당종류로 기대된다.

Table 5. Changes of sugar contents according to different sugars

(65° Brix)

Time(h)	sugar	glucose (purified)	glucose (crystal)	isomalto oligo sugar	fructo oligo sugar	malti tol	fructose syrup (55%D.E.)
0	26	30	32	24	26	32	32
3	32	32	30	32	28	30	30
9	36	34	30	32	32	28	38
12	36	36	40	41	32	30	41
15	38	36	36	41	36	36	40
18	36	36	40	36	28	34	35
24	38	38	38	40	38	30	38

특히 올리고당의 기능성 측면이 부각되는바 당침투도가 우수한 isomaltooligo 당과 전체적인 기호도가 우수한 fructooligo당을 적절히 배합한다면 효율적인 당침투 및 당침밤의 품질개선에 도움이 될 것으로 여겨진다.

Table 6. Panel score of sugared chestnuts according to different sugars

	Sugar	Glucose (puri-fyed)	Glucose (crys-tal)	Isomalto oligo sugar	Fructo oligo sugar	Malti-tol	Fructose syrup (55%D.E.)
Color	2.17	2.33	2.83	3.33	3.17	3.17	4.67
Odor	1.83	3.33	3.30	2.33	3.50	3.17	3.17
Taste	3.67	2.83	3.17	1.83	3.00	2.67	3.50
Texture	3.50	3.33	3.50	2.00	3.50	2.50	3.33
Hardness	3.17	2.83	3.00	2.00	3.33	2.33	2.67
Preference	2.89	2.93	3.10	2.30	3.30	2.77	3.47

Table 7. Changes of sugar contents according to different sugars (60。Brix)

Time(h)	Sorbitol	Fructooligo sugar: sugar(1:1)	Isomaltooligo sugar: sugar(1:1)	Glucose: sugar (1:3)
0	8	8	8	8
24	27	22	28	26
48	26.8	24	24	26

몇가지 당을 단독 혹은 배합하여 60。Brix로 당침하고 이들의 시간에 따른 당도변화를 조사하면 당침투도가 비교적 낮은 편이었던 fructooligo당에 설탕을 동량으로 배합하여 당침할 경우 그 당침투 효과가 개선되었다.

다) 각종 첨가물에 의한 당침밤제조 및 당침투효과

일반 자숙시에 각종 gum류, Ca염, 효소를 1% 처리하고 이들을 당침하면서 시간에 따른 당도변화 및 색도를 측정하였다(Table 8). 효소처리구와 Ca염처리구의 당침투도가 좋았으며 LBG를 제외한 gum류 처리시는 당침투도가 좋지 않았다. 색도는 모든구에서 대조구보다 E값이 낮게 나타났다.

Table 8. Changes of sugar content and color value according to different additives

additives	0(h)		24(h)		color value			
	nut	mash	nut	mash	L	a	b	E
CMC	12	65	26	40	-41.55	-7.36	24.66	49.22
Carrageenan	12	65	24	40	-43.16	-7.62	24.49	50.37
LBG	12	65	30	42	-44.74	-7.82	23.86	51.37
agar	12	65	27	40	-43.87	-7.44	28.10	53.11
Zanthan gum	12	65	28	41	-39.42	-7.54	28.77	49.55
Pectin	12	65	26.4	39.4	-44.14	-8.01	26.44	52.10
CaCl2	12	65	30	43.4	-42.57	-7.64	26.29	50.61
CaSO4	12	65	32	44	-42.81	-7.61	22.79	49.16
Protease	12	65	32	42	-42.34	-7.11	27.50	51.07
Cellulase	12	65	30	43.5	-42.77	-7.47	26.68	51.14
α-amylase	12	65	30	42	-40.86	-7.45	24.03	48.09
control	12	65	30	42	-44.12	-7.47	29.54	53.68

3) 자숙 및 당침방법에 따른 물성 변화

자숙 및 당침방법이 물성에 미치는 영향을 조사하고자 McComb법으로 pectin분석을 행하고(Table 9) 세포벽을 주사전자현미경으로 관찰해 Fig.5에 나타내었다.

펙틴의 함량이 일반자숙을 행한 구(microwave이용 당침구)에서 가장 높게 나타나고 microwave를 이용한 자숙구에서 가장 낮게 나타난 것으로 보아 자숙방법이 과실 경도와 밀접한 펙틴 함량에 영향을 미치는 것으로 보인다.

Table 9. Content of pectic substances according to boiling and soaking methods

Pectin	G.G.	G.M	M.M.
WSP	97.23	91.89	88.74
HMP	45.29	29.27	96.02
HSP	247.63	343.09	-
totalpectin	390.16	464.25	184.75

* WSP : water soluble pectin
  HMP : hexametaphosphate soluble pectin
  HSP : hydrochloric acid soluble pectin

한편 일반적인 당침을 행한 구를 microwave를 이용하여 당침할 경우 총펙틴의 함량이 높게 나타나고 기호도나 경도면(균일한 연화가 이루어진다)에서 긍정적인 결과를 보이는 것이 주목된다. 수용성 펙틴은 일반자숙 및 당침의 경우 가장 많았고 자숙과 당침 모두를 microwave로 처리한 구에서 가장 낮게 나타났다. 반면 HMP의 경우는 microwave를 이용하여 자숙과 당침 모두를 행한 경우 가장 높고 당침시에만 microwave를 이용한 구에서 가장 낮게 나타나 자숙방법에 따라 HMP의 함량이 변화하는 것을 알 수 있었다. 또 HSP의 경우 microwave를 자숙 및 당침에서 이용한 경우 거의 검출되지 않았다. 결과적으로 총펙틴함량은 일반자숙 및 microwave 이용 당침구에서 가장 높게 나타났고 microwave를 이용하여 자숙 및 당침을 행할 경우 가장 낮게 나타났다.

Fig 5은 주사전자현미경으로 200과 1,000배 확대관찰한 결과로 microwave를 이용하여 자숙 및 당침처리를 할수록 세포벽의 파열이 심화되는 것을 나타낸다. 이는 microwave를 이용하여 자숙 및 당침을 행할 경우 그 경도가 균일하게 감소하여 기호도 측면에서 긍정적인 결과를 일으키는 한 요인이며, 일반적인 자숙 및 당침방법에 비해 microwave를 이용한 자숙 및 당침투방법의 당침투효과가 더 우

수한 것도 파열된 세포벽 사이로 당분자의 침투가 용이하기 때문으로 생각된다.

4) 각구별 저장성 조사

전술한 바와 같이 일반자숙을 거친 자숙밤을 65。Brix의 당액에 일반적인 열원과 ㎶icrowave를 이용하여 가온하여 98℃에서 5분간 가열하고 12시간 당침한 후 탈기, 밀봉, 살균(98℃, 60분)하여 하룻밤 냉각하고 보관하면서 그 저장성을 조사하고 있다. 색의 변화, 이취 및 부유물질의 발생을 기준으로 하였을 때 각구별로 변화는 저장 4개월째부터 40℃에서 보존중인 구 모두에서 갈변이 시작되었으므로 자숙 및 당침방법은 저장조건에 별다른 영향을 미치치 않으며 보존온도가 그 원인이 됨을 알 수 있다. 한편 탈기, 밀봉, 살균을 행하지 않은 구의 경우는 냉장보관시 2개월 이후부터 부유물질, 이취가 발생하고 부패현상이 시작되었고, 당침액의 농도가 35, 45。Brix의 경우는 상온에서 1주일간 보존시 변패가 시작되었으며 75, 85。Brix의 경우는 24시간 경과 후부터 당결정이 석출되기 시작하였다.

2. 밤 페 이 스 트 제 품 개 발

가. 밤페이스트의 품질평가

1) 건조 중 수분함량 변화

파쇄한 밤의 건조 중 수분함량변화는 Fig. 6과 같다. 열풍건조시에는 생밤과 blanching처리한 밤 모두 8시간정도 후에 건조가 종결됨을 볼 수 있고, 동결건조시에는 대략 16시간 이상 지나야 건조가 종결됨을 볼 수 있다. Blanching처리한 밤과 생밤사이에서는 건조시간에 큰 차이를 보이지 않았다.

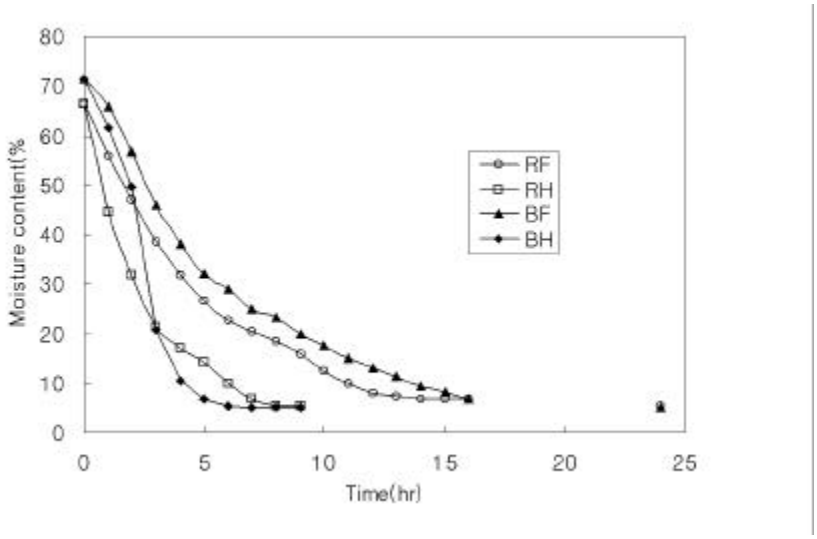


Fig. 6 Moisture content of chestnut during dry period.

2) 일반성분

밤 페이스트의 일반성분을 분석한 결과는 Table 10과 같다. 전체적으로 blanching처리하지 않은 페이스트가 blanching처리한 페이스트보다 수분함량은 적고 다른 성분의 함량은 높은 것을 볼 수 있다. 열풍건조처리한 페이스트와 동결건조처리한 페이스트에서의 차이는 거의 없었다.

Table 10. Proximate composition of chestnut paste

(unit : %, wet basis)

Conditiona	RF	RH	BF	BH
Moisture	62.40	63.43	68.6	69.4
Crude protein	3.6	3.5	3.3	3.2
Crude lipid	0.81	0.78	0.23	0.24
Crude ash	0.62	0.61	0.48	0.46
Crude fiber	1.1	1.1	0.8	0.9

a) Condition refer to Figure 1

3) 가용성 tannin 및 Vitamin C

가용성 tannin은 blanching 처리하지 않은 밤에서 높은 것을 볼 수 있으며, 열풍건조 처리와 동결건조 처리시에는 거의 차이가 없는 것을 볼 수 있다. Vitamin C함량도 역시 blanching 처리하지 않은 밤에서 높은 것을 볼 수 있으며, 특히 열풍건조 처리를 했을 때는 Vitamin C함량이 현저하게 감소함을 볼 수 있다.

Table 11. Contents of tannin and vitamin C in chestnut paste

(unit : mg%, wet basis)

Conditiona)	RF	RH	BF	BH
Tannin	60.12	60.40	29.03	27.50
Vitamin C	38.49	24.27	13.95	1.63

a) Condition refer to Figure 1

4) 당

총당은 blanching 처리하지 않은 페이스트에서 더 높은 것을 볼 수 있으며, 환원당 함량은 거의 비슷한 경향을 보였다.

Table 12. Contents of total sugar and reducing sugar in chestnut paste

(unit : g/100g, wet basis)

Conditiona	RF	RH	BF	BH
Total sugar	6.42	6.11	5.58	5.40
Reducing sugar	2.29	2.17	2.45	2.22

a) Condition refer to Figure 1

5) 색도

밤 페이스트의 색도를 측정한 결과는 Table 13과 같다. L값은 blanching처리한 페이스트의 값이 대체로 높았으며 특히 blanching처리 후 동결건조한 페이스트의 값이 높았다. a값을 보면 blanching처리한 페이스트의 경우 처리하지 않은 페이스트보다 청색도가 높았다. b값과 ΔE값은 blanching처리하지 않고 열풍건조한 시료구에서 가장 낮았으며 나머지는 비슷한 경향을 보였다.

Table 13. Color of chestnut paste

Conditiona	color			
	L value	a value	b value	ΔE value
RF	72.31	-0.94	26.96	35.64
RH	73.09	0.94	22.02	31.79
BF	74.75	-5.40	26.73	34.13
BH	73.43	-5.29	26.94	35.02

a) Condition refer to Figure 1

6) 향기성분

제조방법에 따른 밤 페이스트의 향기성분을 분석한 결과를 Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10과 Table 14에 나타내었다. 대체적으로 R. T 40.0 이전에서는 decane 류가 많이 검출되었으며, 그 이후에서는 acid류와 phenol류가 많이 검출되었다. 주된 향기 성분은 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl phenol임을 볼 수 있는데 이 성분은 생밤에서보다는 군밤의 특징적인 향기 성분으로서 밤 페이스트의 제조과정 중 blanching 과정과 건조과정을 거치면서 이 성분이 많이 생성된 것으로 보인다. 또 blanching 처리한 페이스트가 처리하지 않은 페이스트보다 더 많은 향기 성분이 분리되었으며 특히 blanching 처리 후 열풍건조한 페이스트에서 많은 향기가 분리됨을 볼 수 있었다.

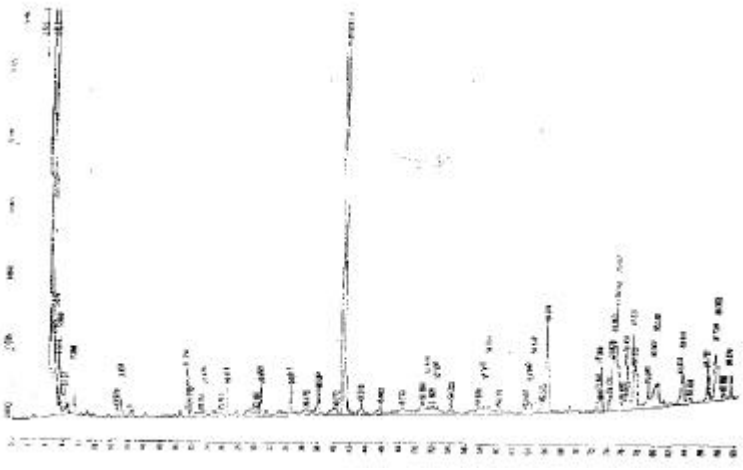


Fig.7 GC chromatogram of the volatile flavor components extracted from Raw chestnut paste by Freeze drying

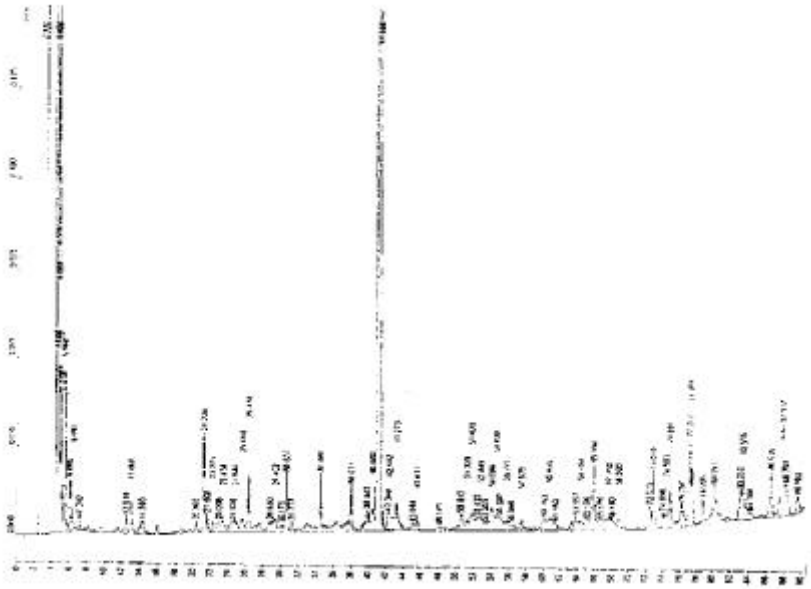


Fig.8 GC chromatogram of the volatile flavor components extracted from Raw chestnut paste by Hot air drying

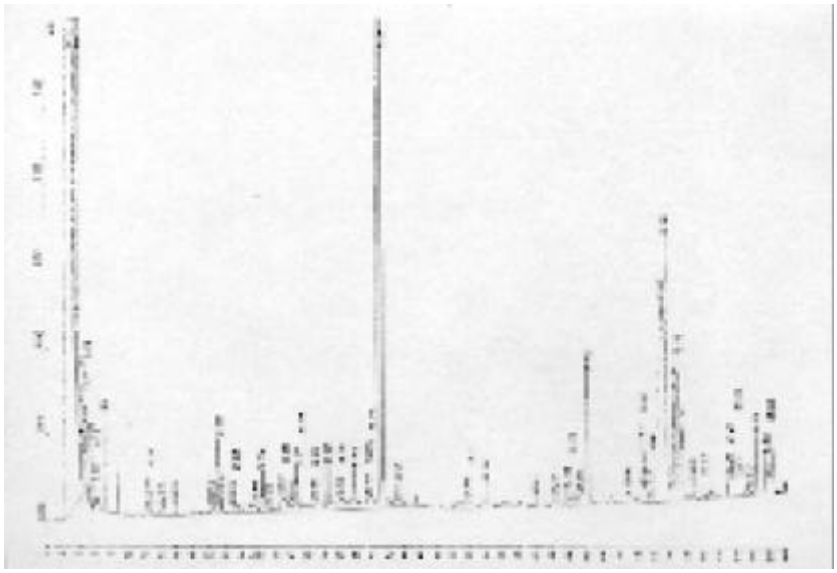


Fig.9 GC chromatogram of the volatile flavor components extracted from Blanching chestnut paste by Freeze drying

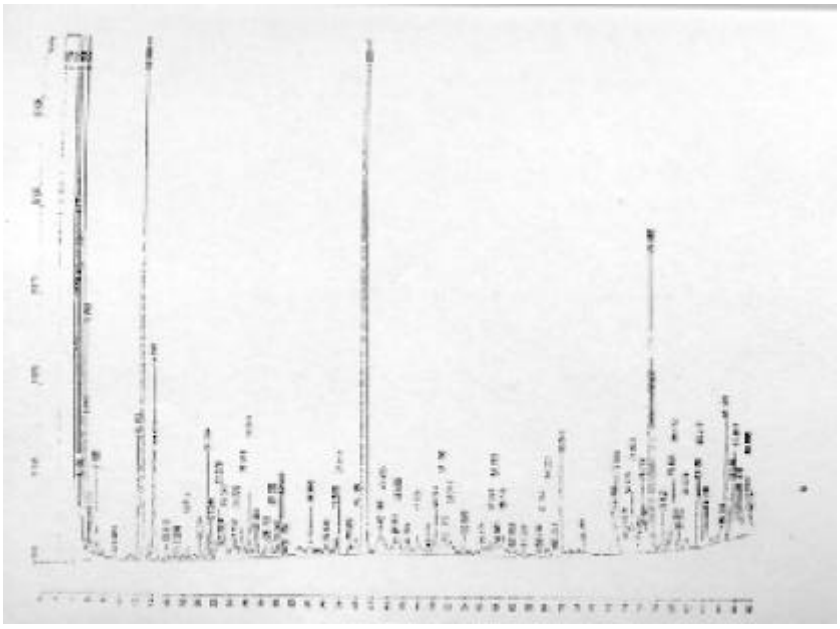


Fig.10 GC chromatogram of the volatile flavor components extracted from Blanching chestnut paste by Hot air drying

Table 14. Volatile compounds extracted from chestnut paste

Compound	RF	RH	EF	EH	R. T.
Bis(1-methylpropyl) ethannedioic acid				+	12.9
4-ethyl-2,2,6,6-tetramethyl-heptane	+	+	+	+	21.2
Dodecane	+	+	+	+	30.6
2,6,10,14-tetramethyl-heptadecane	+	+	+	+	34.3
2,6,10-trimethyl-tetradecane	+	+	+	+	38.0
1-dodecanol		+	+	+	39.9
2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl phenol	+	+	+	+	41.3
2,5-diphenyl-2,5-cyclohexadiene-1,4-dione	+	+			50.6
(5-chroro-2-hydroxy-4-methylphenyl) methanone		+		+	65.9
pentatriacontane	+		+		66.1
1,2-benzene dicarboxylic acid	+	+	+	+	75.5
11,14-elcosadienoic acid			+	+	77.1
Methyl 9,12-octadecanoic acid			+	+	77.3
4-chloro-2-nitrobenzene alcohol		+	+	+	80.1
2,6-di(T-butyl)-4-pentylphenol				+	86.5

7) 관능검사

밤 페이스트의 관능평가를 실시한 결과는 Table 15와 같다. 색깔은 blanching처리 후 동결건조한 페이스트가 월등히 좋았으며 blanching 처리하지 않고 열풍건조한 페이스트가 가장 나빴다. 이는 박 등의 연구(20)에서 blanching 처리가 변색방지에 큰 효과가 있다는 연구결과와 일치한다고 볼 수 있다. 냄새는 큰 차이가 없었으며 blanching 처리하지 않고 동결건조한 페이스트가 가장 낮음을 볼 수 있다. 맛은 열

풍건조 처리한 페이스트에서 비교적 높음을 볼 수 있으며, 전체적 기호도는 blanching 처리 후 동결건조한 페이스트가 가장 높았으며, blanching 처리하지 않고 동결건조한 페이스트가 가장 낮음을 볼 수 있다.

Table 15. Sensory scores of chestnut paste

Conditiona	RF	RH	EF	EH
Color	2.5	1.6	4.5	3.2
Smell	2.8	3.4	3.1	3.1
Taste	3.1	3.9	3.5	3.8
Overall quality	3.0	3.3	3.7	3.4

a) Condition refer to Figure 1

나. 페이스트를 이용한 가공제품의 품질평가

1) 밤 앙금의 품질평가

가) 전고형분의 측정

전고형분을 측정한 결과는 Table 16과 같다. 전체적으로 밤 페이스트의 함량이 많아질수록 전고형분의 농도가 조금씩 낮아짐을 볼 수 있다.

Table 16. Total solid of kidney bean sediment with chestnut paste

(unit : ° Brix)

Conditiona)	control	5%	10%	30%	50%
Total solid	65.40	65.15	64.5	63.55	62.0

a) Mixing rate of chestnut paste

나) 색도

밤앙금의 색도를 측정한 결과는 Table 17과 같다. L값은 밤 페이스트의 농도가 증가할수록 높아지는 경향을 보였으며 a값은 반대로 감소하는 경향을 보였다. b값은 밤 페이스트 10%첨가구까지는 감소하는 경향을 보였으나 30%, 50% 첨가구에서는 오히려 증가하는 경향을 보였으며, ΔE값은 계속 감소하는 경향을 보였다.

Table 17. Change of color according to mixing ratio of kidney bean sediment with chestnut paste

Conditiona	color			
	L value	a value	b value	ΔE value
Control	33.89	6.82	8.08	64.59
5%	34.16	5.95	7.1	64.14
10%	35.21	5.52	6.6	63.02
30%	37.58	5.00	7.55	60.69
50%	37.67	4.14	7.42	60.53

a) Mixing rate of chestnut paste

다) 관능검사

밤 앙금의 관능검사 실시결과는 Table 18과 같다. 색깔과 냄새는 밤 페이스트 5%, 10% 첨가구에서 가장 좋았으며 그 이상으로 첨가시에는 오히려 기호도가 감소하는 것을 볼 수 있다. 맛은 10% 첨가구에서 월등하게 좋았으며, 조직감은 10%, 30% 첨가구에서 우수함을 볼 수 있다. 전체적 기호도는 10% 첨가구까지 계속 기호도가 증가하다가 그 이후부터는 급격히 감소함을 볼 수 있다. 전체적으로 밤 페이스트 10% 첨가구가 가장 높은 평점을 받았음을 알 수 있다.

밤 앙금을 빵과 함께 섭취했을 때의 관능검사 결과는 Table 19과 같다. 맛과 전체

적 기호도는 5%, 10% 첨가구에서 대조구보다 높은 평점을 받았음을 볼 수 있으며, 밤앙금만을 섭취했을 때와는 달리 5% 첨가구에서 가장 높은 평점을 받았음을 볼 수 있다.

Table 18. Sensory score of kidney bean sediment with chestnut paste

Conditiona	control	5%	10%	30%	50%
Color	3.1	3.3	3.4	3.0	2.7
Smell	2.7	3.2	3.2	2.9	2.9
Taste	3.3	3.4	4.0	2.8	3.3
Texture	2.9	3.1	3.3	3.4	3.1
Cverall quality	2.9	3.4	3.8	3.2	3.1

a) Mixing rate of chestnut paste

Table 19. Sensory score of kidney bean sediment with chestnut paste(in beet sugar bread)

Conditiona	control	5%	10%	30%	50%
Taste	3.6	4.2	3.9	3.7	3.7
Cverall quality	3.7	4.2	3.7	3.3	3.7

a) Mixing rate of chestnut paste with kidney bean sediment.

2) 밤양갱의 품질평가

가) 색도

밤양갱의 내부색도와 외부색도를 측정한 결과는 Table 20, Table 21과 같다. 내

부색도에서 L값은 내부색도, 외부색도 모두 밤 페이스트 첨가량에 비례하여 증가하는 경향을 보였는데 특히 대조구의 L값은 외부색도가 내부색도에 비해 많이 높았지만 밤 페이스트를 첨가한 후 비슷해지는 경향을 보였다. a값은 내부색도에서는 첨가량이 많아질수록 조금씩 감소하는 경향을 보였으나 외부색도에서는 거의 비슷한 경향을 보였다. b값은 내부색도, 외부색도 모두 15%첨가구 이상에서 증가하는 경향을 보였다.

Table 20. Internal color of Yanggang with chestnut paste

condition[a)]	color			
	L value	a value	b value	ΔE value
control	26.69±0.1	3.57±0.04	2.14±0.06	27.01
5%	28.43±0.2	3.28±0.07	1.75±0.02	28.67
10%	28.88±0.38	3.34±0.04	1.93±0.05	29.14
15%	29.10±0.12	3.29±0.18	2.06±0.16	29.36
20%	29.65±0.18	3.19±0.15	2.39±0.13	29.80

a) Mixing rate of chestnut paste.

Table 21. External color of Yanggang with chestnut paste

condition[a)]	color			
	L value	a value	b value	ΔE value
control	28.38±0.65	3.25±0.18	1.39±0.12	28.60
5%	28.20±0.13	3.26±0.18	1.38±0.06	28.42
10%	28.99±0.09	3.40±0.16	1.50±0.16	29.22
15%	29.77±0.12	3.27±0.31	1.60±0.05	29.99
20%	29.91±0.18	3.38±0.05	1.86±0.15	30.16

a) Mixing rate of chestnut paste.

나) Texture

밤 페이스트를 첨가한 양갱의 조직감은 Table 22와 같다. Gumminess, chewiness는 10% 첨가구까지 증가하다가 그 이후에는 감소하는 경향을 보였으며, hardness는 15% 첨가구부터 급격히 감소하는 것을 볼 수 있다. Adhesiveness는 조금씩 감소하는 경향을 볼 수 있으며 springness는 거의 차이가 없는 것을 볼 수 있다.

Table 22. Texture of Yanggang with chestnut paste

Condition[a)]	Control	5%	10%	15%	20%
Springness	0.977	0.977	0.974	0.976	0.972
Gumminess	66.118	70.041	73.334	70.784	64.649
Fractureness	—	—	—	—	—
Cohesiveness	0.494	0.533	0.576	0.558	0.580
Adhesiveness	-298.760	-314.688	-352.852	-348.752	-355.658
Hardness	133.83	131.33	134.23	126.96	111.57
Chewiness	64.541	68.407	72.371	69.088	62.899

a) Mixing rate of chestnut paste.

다) 관능검사

밤 페이스트 첨가 양갱의 관능검사는 Table 23와 같다. 색깔은 대조구와 5% 첨가구에서 좋았으며 그 이후부터는 감소함을 볼 수 있다. 그리고 냄새는 거의 비슷했으며, 맛은 10% 첨가구와 15% 첨가구에서 상당히 높은 것을 볼 수 있으며, 경도와 씹힘성은 15% 첨가구부터 감소함을 볼 수 있다. 또한 전체적 기호도는 10% 첨가구가 가장 높으며 그 이후부터는 조금씩 감소됨을 볼 수 있다. 전체적으로 볼 때 밤 페이스트 첨가 양갱이 대체적으로 대조구보다 좋음을 볼 수 있으며 특히 10% 첨가구가 가장 우수함을 볼 수 있다.

Table 23. sensory score of Yanggang with chestnut paste

Condition[a])	Control	5%	10%	15%	20%
Color	4.0	4.1	3.3	2.4	2.7
Smell	2.8	3.0	3.0	2.7	2.6
Taste	2.6	3.0	3.6	3.8	3.1
Hardness	3.2	3.6	3.5	2.8	2.9
Chewiness	3.1	3.2	3.4	2.8	2.8
Overall quality	2.8	3.4	3.7	3.3	3.0

a) Mixing rate of chestnut paste.

3) 밤죽의 품질평가

가) 수율과 전고형분

밤 페이스트를 첨가한 죽의 수율과 전고형분은 Table 24과 같다. 수율은 밤 페이스트의 첨가량이 많아질수록 증가함을 볼 수 있으며, 전고형분은 이와 반대로 감소함을 볼 수 있다.

Table 24. Yield and total solid of gruel with chestnut paste

(yield : %, total solid :。Brix)

condition[a])	A	B	C	D	E	F
Yield	75.39	78.17	78.20	78.70	79.82.	79.75
Total solid	8.0	6.5	6.3	6.0	5.8	5.8

a) Conditions refer to table 1

나) 점도

점도는 Fig. 11과 같다. 밤 페이스트 첨가량이 많아질수록 밤죽의 점도가 감소하는 경향을 볼 수 있다.

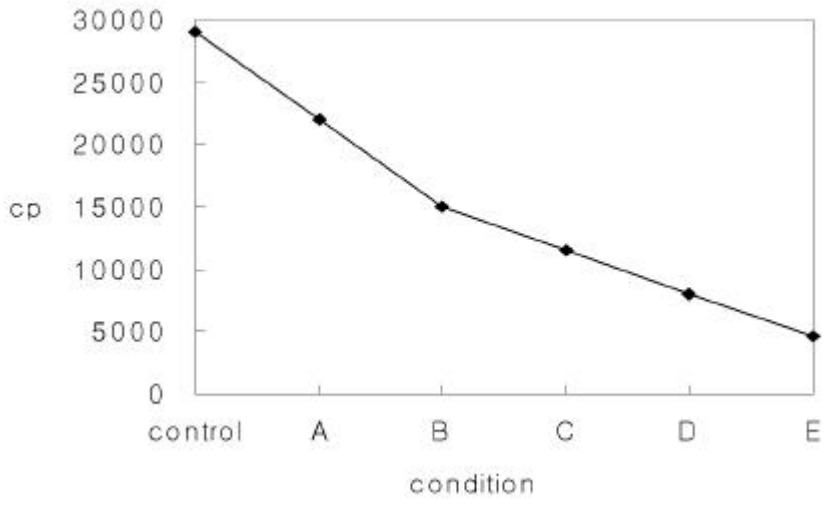


Fig.11 Viscosity of gruel with chestnut paste.
Conditions refer to table 1

다) 색도

밤 페이스트 첨가 죽의 색도는 Table 18과 같다. L값과 a값은 밤 페이스트의 첨가량이 많아질수록 감소하는 경향을 볼 수 있으며, b값은 계속 증가하는 경향을 볼 수 있다.

Table 25. Color of gruel with chestnut paste

Conditiona)	A	B	C	D	E	F
L	66.99	62.78	61.99	61.33	59.79	56.58
a	-1.68	-3.44	-3.56	-3.65	-3.77	-3.96
b	-1.79	3.98	4.30	4.91	5.39	5.44
ΔE	67.03	63.00	62.34	61.63	60.15	57.08

a) Conditions refer to table 1

라) 관능검사

밤 페이스트 첨가 죽의 관능검사를 실시한 결과는 Table 26과 같다. 색깔, 냄새, 맛은 모두 밤 페이스트를 첨가한 구에서 높음을 볼 수 있으며 특히 E구에서 높음을 볼 수 있다. 조직감은 F구가 높음을 볼 수 있으며 전체적 기호도는 E구에서 높음을 볼 수 있다. 이를 통해 볼 때 밤 페이스트를 첨가했을 때 모든 품질이 월등하게 향상됨을 볼 수 있으며 특히 E구가 가장 품질이 우수함을 볼 수 있다.

Table 26. Sensory score of gruel with chestnut paste

Conditiona)	A	B	C	D	E	F
Color	2.5	3.0	3.18	3.45	3.73	3.55
Smell	2.22	2.64	3.36	3.18	3.43	3.36
Taste	2.45	2.55	3.09	3.0	3.55	3.27
Texture	2.04	2.36	3.09	3.18	3.27	3.73
Cverall quality	2.26	2.52	3.0	3.19	3.64	3.2

a) Conditions refer to table 1

3. 밤 소재제품의 품질평가 결과

가. 전분의 품질평가

1) 색도

각 밤전분 시료들의 색도를 측정한 결과 천연 밤전분과 변성 밤전분의 색도는 크게 차이가 나지 않았으나 초산전분의 경우 천연전분에 비해 황색도가 증가했고, 열-수분처리 전분은 명도가 감소하고 황색도가 증가하였다. 이는 열처리로 인해 전분의 색이 갈변된 것으로 보인다.

Table 27. Colors of native and modified chestnut starches

Sample	L	a	b
NCS[a]	95.71	-0.23	+4.13
CSIA[b]	96.89	-0.22	+3.01
HCS[c]	95.44	-0.28	+3.74
OCH[d]	95.04	-0.80	+3.15
ACH[e]	96.29	+0.07	+2.37
HTCH[f]	89.34	+0.71	+10.60

a) NCS : native chestnut starch b) CSIA : chestnut starch isolated by using alkali c) HCS : hydroxypropylated chestnut starch d) OCH : oxidized chestnut starch e) ACH : acetylated chestnut starch f) HTCH : heat-moisture treatment of chestnut starch

2) 물결합능력

물결합능력을 측정한 결과는 Table 28과 같다. 천연 밤전분에 비해 hydroxypropyl화 밤전분의 물결합능력이 더욱 강하였고 hydroxypropyl기의 치환도가 증가할수록 물결합능력이 증가한다고 보고되고 있다. 산화전분, 초산전분, 열-수분처리 전분의 경우는 모두 물결합능력이 감소하였는데 열-수분 처리 전분의 경우 변성 후 물결합능력이 증가하였다는 보고도 있다. 물결합능력이 높다는 것은 전분의 내부 구조가 느슨하고 비결정질 부분이 많다는 것을 의미한다.

Table 28. Water binding capacities of native and modified chestnut starches

Sample	Water binding capacity(%)
NCS	233.8
CSIA	239.5
HCS	244.5
OCH	172.5
ACH	169.0
HICH	175.9

3) 팽화력

온도 구간별로 밤전분의 팽화력을 측정한 결과 60℃부터 팽화가 일어나기 시작하여 80℃까지 급격하게 증가했고 그 이후에는 완만하게 증가하는 양상을 보였다. 천연 밤전분에 비해 hydroxypropyl화 밤전분의 팽화력이 약간 높았다. 80℃ 이상의 고온임에도 불구하고 팽화력이 상당히 억제됨을 알 수 있는데 이것은 밤전분의 입자간의 결합력이 강하기 때문인 것으로 생각된다. hydroxypropylation에 의해 팽화력이 증가하는 이유는 hydroxypropyl기에 의해 수소결합이 저해받아 분자내 결합이 약해지고 친수성기인 hydroxypropyl기가 결합되었기 때문인 것으로 생각된다. hydroxypropylation 시킬 때 치환도가 증가함에 따라 팽화력은 더욱 증가하는 것으로 보고되고 있다. 산화전분의 팽화력은 대조구에 비해 상당히 낮아졌는데 전체적으로 두 단계의 팽화양상을 보이고 있다. 열-수분 처리 전분의 팽화력이 가장 낮고 온도가 증가해도 크게 높아지지 않는 것으로 보아 처리에 의해 입자 구조가 더욱 치밀하고 단단하게 되었다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 팽화력은 전분 입자내의 미셀 구조의 결정성과 밀접한 관련이 있고 amylose와 amylopectin의 함량, 전분의 열처리 방법, 전분의 이화학적 변성 등에 영향을 받는다고 할 수 있다.

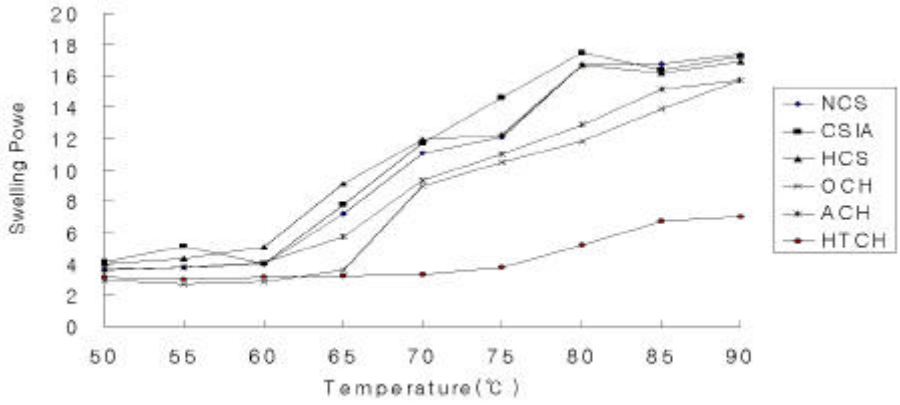


Fig. 12. Swelling power of native and modified chestnut starches

4) 청가(blue value, BV) 및 amylose 함량

각 전분 시료별로 blue value를 측정하여 amylose함량을 측정한 결과 천연 밤전분의 amylose함량은 42.44%로 나타났다. 밤전분의 amylose함량이 22.7%, 54%라는 보고도 있으나 이러한 amylose함량의 차이는 시료 품종의 차이에 의한 것으로 생각된다. hydroxypropyl화 전분과 열-수분 처리 전분의 blue value가 감소하여 amylose함량 또한 감소함을 알 수 있는데 hydroxypropyl화 전분의 경우 hydroxypropyl기에 의해 전분의 구조 변형이 일어나 요오드와의 친화력이 떨어진 것으로 생각된다. 전분의 amylose함량(27)은 측정방법, 품종, 토양에 따른 생육조건에 따라 다소의 차이가 있다.

Table 29. Blue value and amylose content of native and modified chestnut starches

Sample	Blue value	Amylose content(%)
NCS	0.53	42.44
CSIA	0.52	41.30
HCS	0.47	34.70
CCH	0.54	44.22
ACH	0.58	48.90
HICH	0.46	34.07

5) 호화액의 투명도

0.2% 밤전분 현탁액을 일정 온도에서 각각 가열해서 얻은 광투과도는 다음 그림과 같다. 가열온도가 높아질수록 호화액의 광투과도는 증가하는 경향을 나타내었고 열-수분 처리 전분을 제외한 전분들은 천연전분보다 광투과도가 높았으며 산화전분은 차아염소산 나트륨 처리를 높일수록 호화액의 투명도가 증가한다고 알려져 있다. 초산전분의 광투과도의 증가는 초산전분내에 치환된 아세틸기가 전분분자내에서 수소결합을 통하여 분자간의 회합을 방해하기 때문인 것으로 생각된다. 열-수분 처리 전분은 초기 광투과도는 천연전분보다 높았으나 그 증가율은 매우 낮았다.

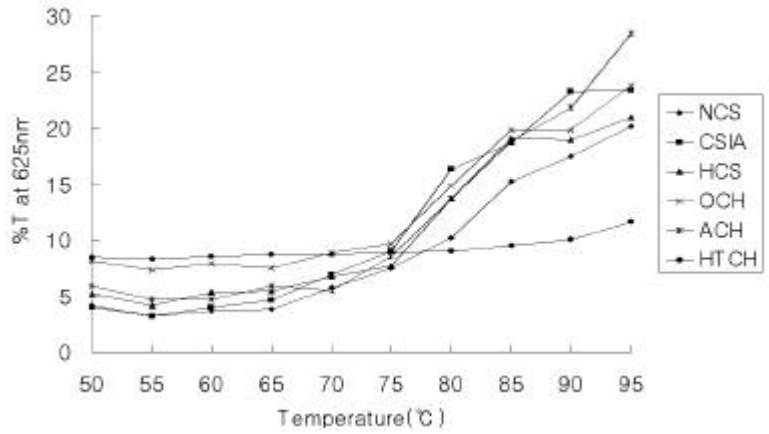


Fig. 13. Changes in light transmittance of 0.2% chestnut starch suspensions at 625nm

6) 호화특성

시차주사열량계(DSC)를 이용하여 측정한 밤전분의 열역학적 특성은 아래 그림과 같다. 열-수분 처리 전분은 대조구에 비해 호화개시온도와 호화최대온도가 현저하게 증가하였고 다른 구들은 감소하였다. 초산전분의 호화개시온도가 가장 낮았는데 치환도가 높아질수록 낮아진다는 보고가 있다. 이는 치환된 아세틸기가 전분 입자 구조의 내부 결합력을 약하게 하는 반발력을 일으키기 때문이다. hydroxypropyl화 전분은 hydroxypropyl기에 의해 전분 입자 내에 치환기가 생겨 구조가 약해져서 호화온도, 호화엔탈피가 낮아진 것으로 보인다. 열-수분 처리 전분은 팽화력 측정 결과에서도 알 수 있듯이 처리에 의해 전분 내 입자구조가 더욱 치밀하고 단단해져서 더 높은 온도에서 호화가 일어났다.

Table 14. Endotherm characteristics and enthalpies of gelatinization of native and modified chestnut starches

Sample	Endothermic temperature(°C)		ΔH(mcal/mg)c)
	To(°C)a)	Tp(°C)b)	
NCS	64.44	69.52	2.11
CSIA	64.11	69.59	1.43
HCS	62.80	69.58	1.42
OCH	63.58	68.12	1.83
ACH	61.00	69.44	2.17
HTCS	77.41	82.96	1.17

a) Onset temperature

b) Peak temperature

c) Enthalpies of gelatinization

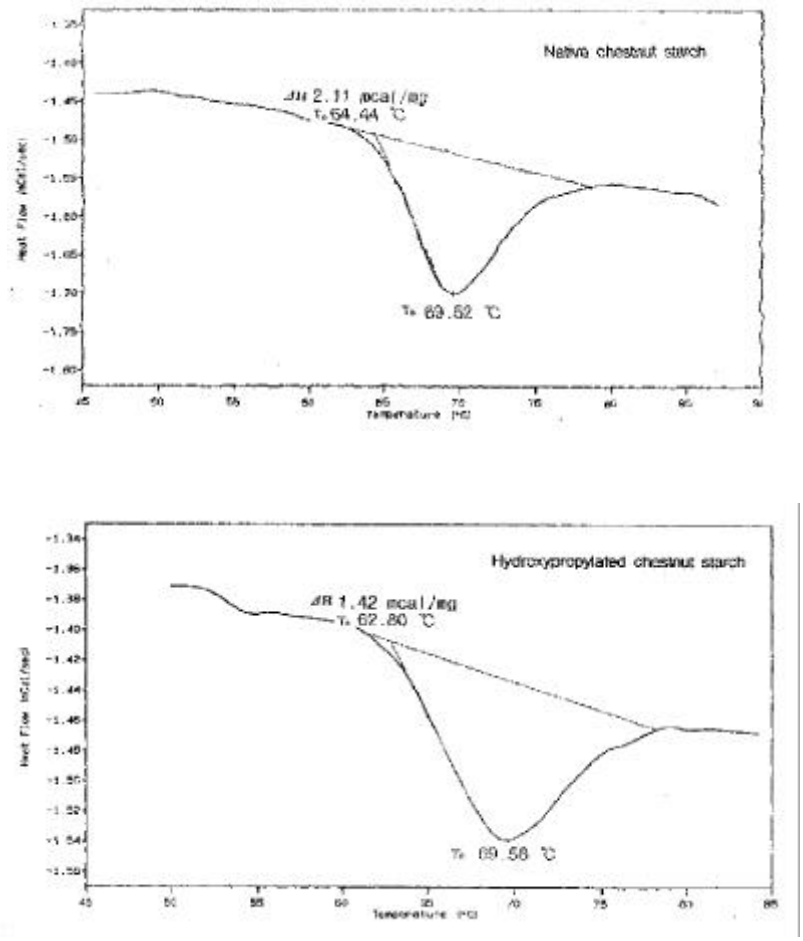


Fig. 14. DSC characteristics of native and hydroxypropylated chestnut starch

To : onset temperature Tp : peak temperature

7) Amylogram

Brabender/Visco/Amylograph를 이용하여 호화개시온도를 측정한 결과 DSC로 측정한 결과와 약간 차이는 있었으나 대체로 비슷하였다. 초산전분의 peak점도가 605B.U로 가장 크게 증가하였고 열-수분 처리 전분은 peak점도가 나타나지 않았다. 다른 보고에 의하면 열-수분 처리 전분은 호화개시온도는 크게 증가하나 최고점도는 감소하고 수분 처리 수준이 높아질수록 이러한 경향은 현저하다고 나타내고 있다. Brabender hot-paste의 점도 양상은 전분입자의 팽화정도 및 열 또는 shear force에 대한 전분 팽윤 입자의 저항에 의해 결정되며 밤전분은 열-수분 처리에 의해 전분 팽윤 입자가 열 및 shear force에 대해 안정한 것으로 보인다.

Table 30. Brabender viscoamylogram characteristics of native and modified chestnut starches

Sample	Initial pasting temp. (℃)	Peak height (B.U)	Peak temp. (℃)	Viscosity at 95℃ (B.u)	30min. height (B.U)	Viscosity at 50℃ (B.U)
NCS	69.5	550	91	540	480	810
CSIA	69	510	96.3	500	485	805
HCS	68	575	96.5	570	560	935
CCS	69.5	605	97	600	590	930
ACS	68	648	94	647	580	1105
HICS	95.4	no peak	-	10	83	150

8) X-선 회절도

각 회절도를 분석한 결과 천연 밤전분은 2θ가 5.3, 10.8, 11.5, 15.2, 17.1, 22.5, 23.5, 44.5되는 곳에서 나타나 전형적인 B형의 peak양상을 보였다. 알칼리 침지법으로 제조한 밤전분과 hydroxypropyl화 밤전분의 2θ도 이와 비슷한 결과를 나

타냈고, 별 차이가 없었으나 peak수가 각각 1개씩 줄었다. 또한 hydroxypropyl화 전분의 peak 넓이가 조금 증가한 것으로 보아 전분 입자의 구조가 좀 더 규칙적으로 배열되었음을 알 수 있었다.

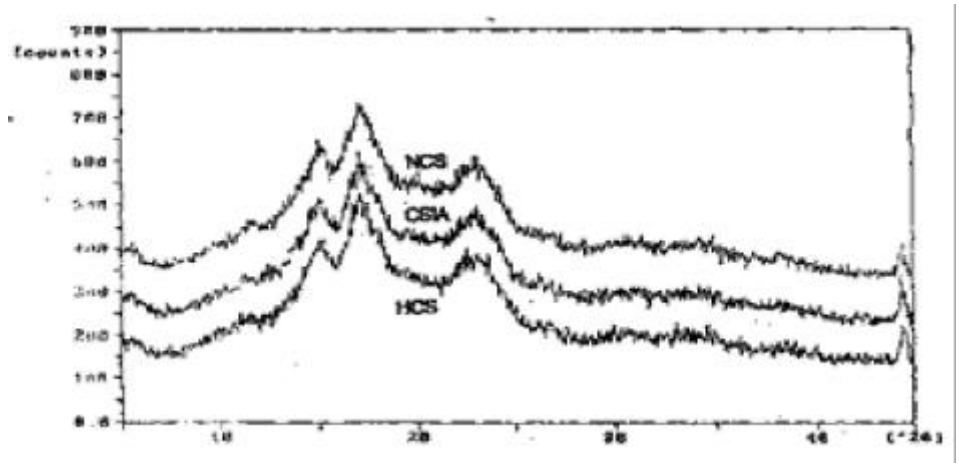


Fig. 14. X-ray diffraction patterns of NCS, ICSA and HCS

나. 밤가루의 품질평가

1)건조 중 수분함량의 변화

Blanching한 밤의 건조 중 수분함량변화는 Fig.15와 같다. 열풍건조시 45℃에서 처리한 밤이 6시간정도 후에 건조가 종결됨을 볼 수 있고, blanching온도가 높아짐에 따라 건조종결 시간이 조금씩 늦어짐을 나타내고 있다.

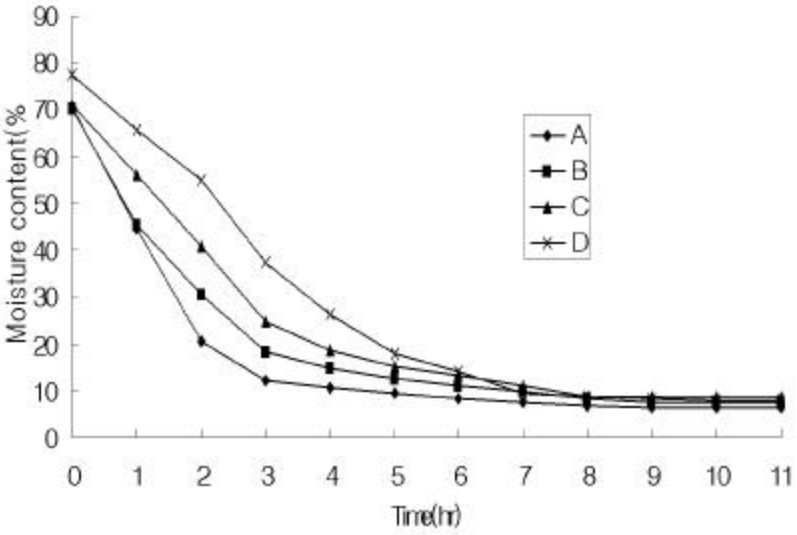


Fig. 15. Moisture content of chestnut during dry period.
A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃
C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

2) 색도측정

밤가루의 색도를 측정한 결과는 Table 31과 같다. L값은 낮은 온도에서 blanching처리한 밤가루의 값이 대체로 높았다. a값을 보면 blanching의 온도에 많은 영향을 받지 않았다. b값은 blanching 온도가 높을수록 높은 값을 나타내었다. ΔE값은 45℃와 55℃에서 blanching처리한 시료구가 비슷하였으며 나머지는 상당히 높아짐을 보였다.

Table 31. Color value of chestnut powder by various blanching methods

	Color			
	L value	a value	b value	ΔE value
A	93.20	-2.81	+15.86	14.75
B	92.85	-2.40	+14.70	13.73
C	90.02	-2.88	+18.13	18.03
D	87.24	-3.17	+21.81	22.57

A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

3) 가용성 탄닌과 Vitamin C의 함량

가용성 탄닌과 Vitamin C의 함량은 Table 32.과 같다. 가용성 탄닌은 뚜렷한 함량의 차이는 볼 수 없으나 blanching처리 온도가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. Vitamin C함량도 전체적으로 큰 차이는 나지 않지만 45℃에서 blanching처리한 구가 가장 높은 함량을 나타내었다.

Table 32. Contents of water-soluble tannin and vitamin C in chestnut powder

(unit : mg%, wet basis)

Item	A	B	C	D
Tannin	23.71	22.85	18.52	17.31
Vitamin C	11.33	10.56	10.11	10.37

A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

4) 당

총당과 환원당의 함량은 Table 33에 나타내었다. 총당은 blanching 온도에 따라 차이를 나타내지 않았으나, 환원당의 함량은 65℃에서 blanching처리를 한 시료구가

높은 함량을 나타내었다.

Table 33. Contents of total sugar and reducing sugar in chestnut powder

(unit : g/100g, wet basis)

Item	A	B	C	D
Total sugar	5.26	5.12	5.88	5.62
Reducing sugar	0.73	1.05	2.14	1.05

A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

5) 수분흡수지수 및 수분용해지수

수분흡수지수의 측정결과는 Fig. 11과 같다. blanching 온도가 높을수록 수분흡수지수가 증가하는 경향을 보였다. blanching 온도 45℃가 55℃시료구 보다 높게 나타났으며 75℃시료구가 가장 높게 나타났다.

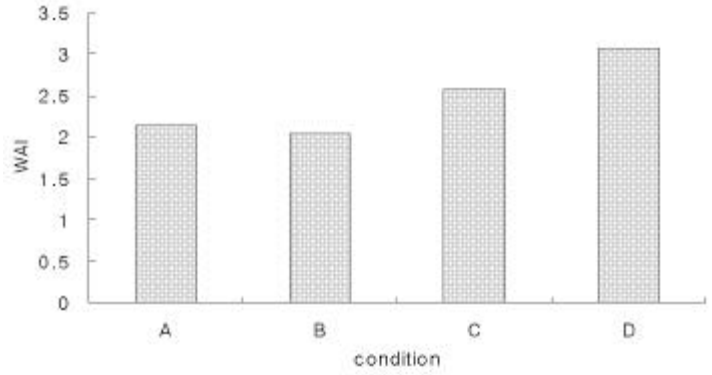


Fig. 11. Water absorption index of chestnut powder by various blanching methods

수분용해지수의 결과는 Fig.12와 같다. blanching 온도가 55℃에서 가장 낮은 용해지수를 나타냈으며 65℃에서 blanching 한 구에서 가장 높은 값을 나타내었다.

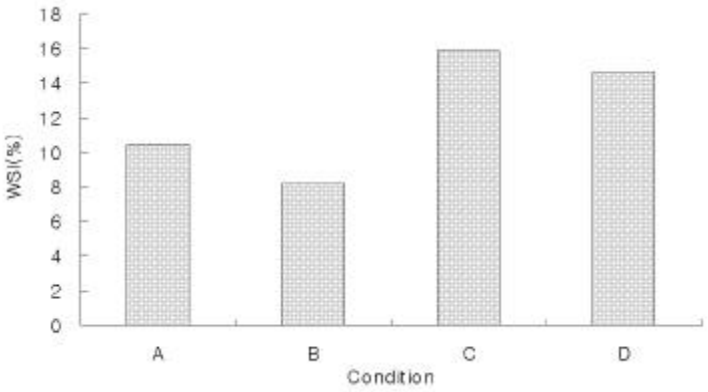


Fig. 12. Water soluble index of chestnut powder by various blanching method

6) 팽윤력과 용해도 측정

팽윤력의 측정은 50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃에서 팽윤력의 차이를 나타냈으며 그 결과는 Fig. 13과 같다. 45℃에서 blanching한 시료구의 증가율이 가장 높게 나타내었다. 45℃와 55℃에서 blanching한 시료구의 증가율이 비슷하게 보여지고 있다. 65℃, 75℃에서 blanching한 구는 증가율이 낮게 나타나고 있다.

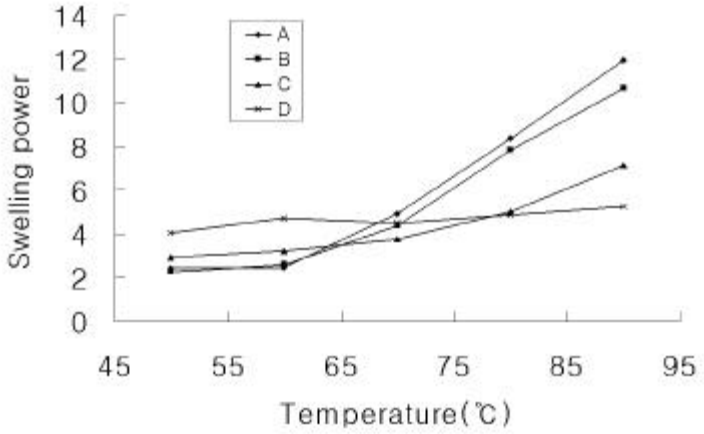


Fig. 13. Swelling power of chestnut powder by various blanching methods

A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

용해도는 60, 70, 80, 90℃에서 각각의 시료들 사이의 용해도 차이를 나타냈으며, 그 결과는 Fig. 14에 나타내었다. 45, 55℃에서 blanching한 시료구는 계속적인 증가를 나타내었으나, 65, 75℃에서 blanching한 시료구는 80℃에서 정점으로 감소함을 나타내었다.

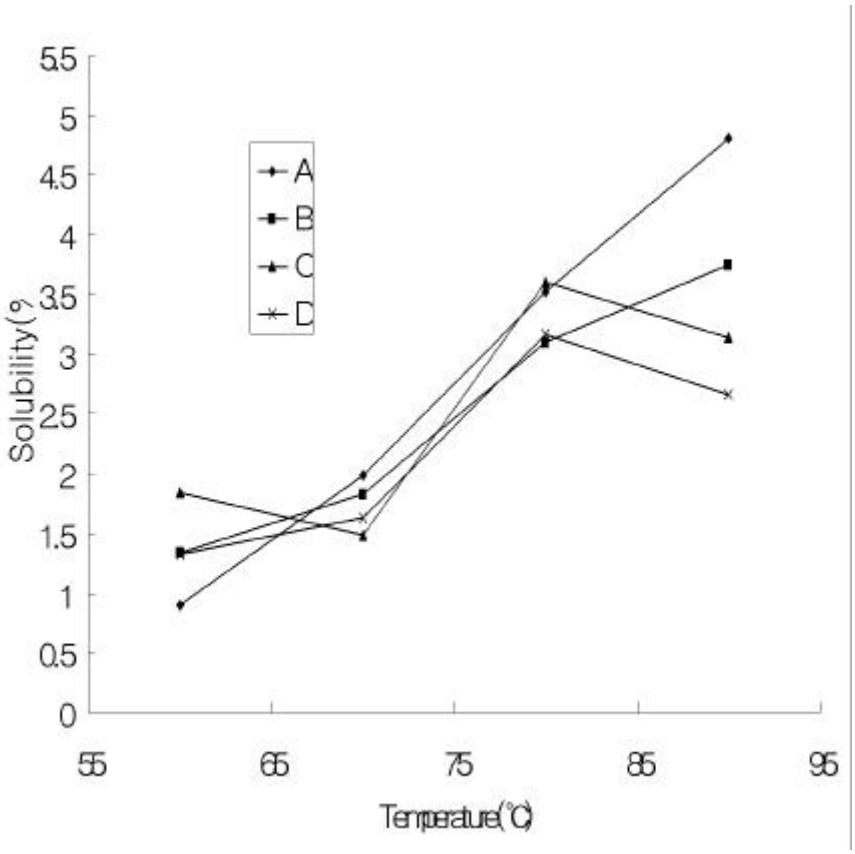


Fig.14. Solubility of chestnut powder by various blanching methods

A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

7) Visco/amylographty 측정

Blanching온도에 따른 밤 가루의 visco/amylographty를 분석한 결과는 Fig.15과 Table 34에 나타내었다. 대체적으로 blanching온도가 낮은 밤가루가 최고점도와 breakdown이 매우 크게 나타났으며, 노화를 나타내는 consistency는 큰 변화를 나타내지 않았으나 setback은 55℃에서 blanching한 시료구가 가장 낮게 나왔다.

Table 34. Brabender viscograghic characteristics of chestnut powder blanched at different temperature

Treatment	Temperature (℃)		Viscosity(B.U.)					
	Initial increase	Peak	Peak (P)	Hold 30 min at 95℃ (H)	Cool to 50℃ (C)	Consist -ency (C-H)	Break down (P-H)	Set-back (C-P)
A	70	79	1020	580	815	235	440	-205
B	70.5	77	885	340	645	305	545	-245
C	72	50	610	335	610	275	275	0
D	74.5	50	310	170	310	140	140	0

A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65 D : blanched 30min at 75℃

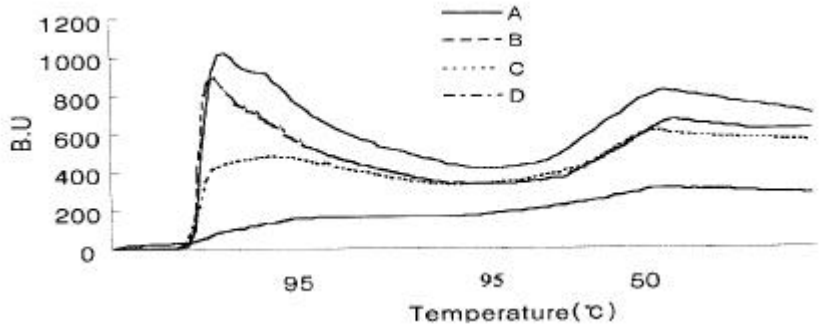


Fig.15. Amylogram of chestnut powder blanched at different temperature. A : blanched 30min at 45℃ B : blanched 30min at 55℃ C : blanched 30min at 65℃ D : blanched 30min at 75℃

다. 편의식 밤죽의 품질평가

1)수율

밤가루를 첨가한 편의식 죽의 수율은 Table 35과 같다. 수율은 진공오븐기에 의해 건조된 시료구가 높게 나타났다.

Table 35. Yield of gruel with chestnut powder

Condition[a)]	CO	CF	MO	MF
Yield	77.38	75.89	74.4	71.43

a) Condition refer to Figure 3

2) 색도

편의식 죽의 가루가 가지는 색은 Table 36에 나타내었다. 동결건조구 보다 진공건조구의 갈색도가 높게 나타내었다. L값은 동결건조구가 높게 나타난 반면 b값은 진공건조구가 높게 나타내었다.

Table 36. Color of convenience chestnut gruel powder

Condition[a)]	CO	CF	MO	MF
L	82.69	84.52	94.42	92.39
a	-1.91	-2.11	-2.64	-2.53
b	16.73	15.57	11.79	11.39
ΔE	20.23	18.05	9.3	9.72

a) Condition refer to Figure 3

3) 가수량에 따른 점도

가수량에 따른 밤죽의 점도는 Fig.16과 같다. 먼저 진공오븐에 의해 건조한 시료

구가 동결건조에 의해 건조한 시료구에 비해 동일 가수량일 때 상당히 낮은 점도를 나타냈으며 그 감소폭도 매우 크게 나타나고 있다.

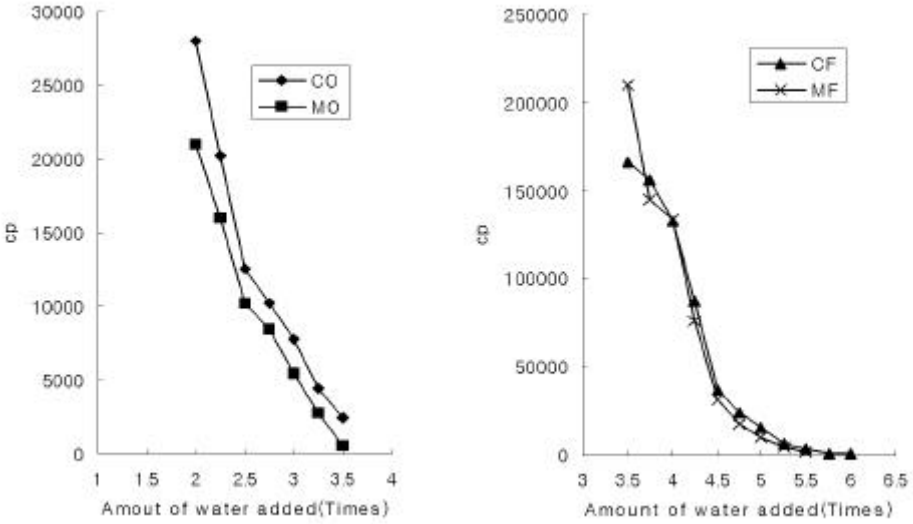


Fig.16. Viscosity of chestnut gruel according to the amount of water added.

CO : Cooking chestnut gruel by vacuum oven drying CF : Cooking chestnut gruel by vacuum freezing drying MO : Microwave cooking chestnut gruel by vacuum oven drying MF : Microwave cooking chestnut gruel by vacuum freezing drying

4) 관능검사

제조방법을 달리하여 만들어진 건조 밤 죽 분말에 가수량을 달리하여 밤죽을 제조한 후 관능검사를 실시하였다. 수분첨가에 따른 관능적 품질의 차이는 Table 37. 과 같다. 조직감과 맛은 진공오븐기를 이용해 건조한 시료구가 높았으며 향기는 동결건조기에서 건조한 시료구가 높음을 볼 수 있다. 그리고, 가열방법에 따른 관능적 차이는 크게 나타나지 않음을 볼 수 있다. 진공오븐기를 이용한 시료구는 3.0배의 수분을 첨가했을 때, 동결건조기를 이용해 건조한 시료구는 6배수 첨가했을 때 가

장 높은 관능적 평가를 나타내었다.

Table 37. Sensory characteristics of chestnut gruel according to the amount of water addition

sample	Water addition (times)	Sensory characteristics				
		Color	Smell	Taste	Texture	Cverall acceptability
CO	2.0	2.5	1.9	2.5	2.3	2.2
	2.5	2.9	1.9	2.6	2.0	2.3
	3.0	4.0	2.7	3.3	4.0	3.0
	3.5	3.7	2.9	3.1	3.4	3.1
MO	2.0	2.3	1.9	2.2	1.6	2.0
	2.5	2.9	2.0	2.3	2.3	2.6
	3.0	3.6	3.0	4.0	3.8	3.6
	3.5	3.6	2.7	3.6	2.9	3.1
CF	4.5	2.3	3.4	2.9	1.9	2.2
	5.0	2.9	3.3	2.6	2.3	2.3
	5.5	3.6	2.3	1.9	3.0	2.7
	6.0	3.8	2.2	2.0	3.6	2.9
MF	4.5	2.3	3.3	3.1	1.9	2.5
	5.0	2.3	3.7	2.6	2.0	2.5
	5.5	3.0	2.5	2.3	3.0	2.6
	6.0	4.0	2.3	2.2	3.4	3.3

CO : Cooking chestnut gruel by vacuum oven drying CF : Cooking chestnut gruel by vacuum freezing drying MO : Microwave cooking chestnut gruel by vacuum oven drying MF : Microwave cooking chestnut gruel by vacuum freezing drying

제 5 장 결론 및 건의사항

제 1 절 밤의 장기안전저장기술 개발

최근 국내에서는 밤의 생산량이 증가함에 따라 내수 소비용의 안정적인 공급과 수출 가공 원료 보존을 위한 장기안전저장기술에 관한 실용적인 연구가 절실히 요구되고 있다. 따라서 국내에 보급되어 있는 CA저장 시스템에서 밤의 고품질 장기저장을 위한 기술에 관한 연구를 수행하였으며 연구결과 및 건의사항은 다음과 같다.

본 연구에서는 밤의 저장 중 습도가 낮을 경우 발생할 수 있는 건조현상과 습도가 높을 경우 발생하는 표면 곰팡이 발생 등의 문제점을 해결하고자 ice coating 처리 기술을 개발하여 실시한 결과 상반된 조건의 두 가지 저장장해를 동시에 해결할 수 있었다. 수확한 밤의 부패 방지 및 살균을 위한 저장전처리로 benzoic acid 침지, 고농도 CO_2처리, 방사선 조사처리를 한 결과 무처리 저장구에 비해서는 부패율을 줄일수 있었으며 저장전처리조건에 따른 차이는 거의 나타나지 않아 전처리 조작이 간편하고 처리시간이 짧은 benzoic acid 처리가 좋을 것으로 판단되며 또한 저장 중 환경기체를 UV로 살균할 경우 곰팡이 및 부패 발생을 더욱 억제 할 수 있었다.

저장 중 밤의 발아문제는 저장온도를 0℃이하인 -2.5℃로 설정함으로써 휴면을 타파하지 않는 생리적인 방법으로 억제할 수 있어 방사선 처리 등의 발아억제를 위한 추가처리는 필요 없는 것으로 나타났다.

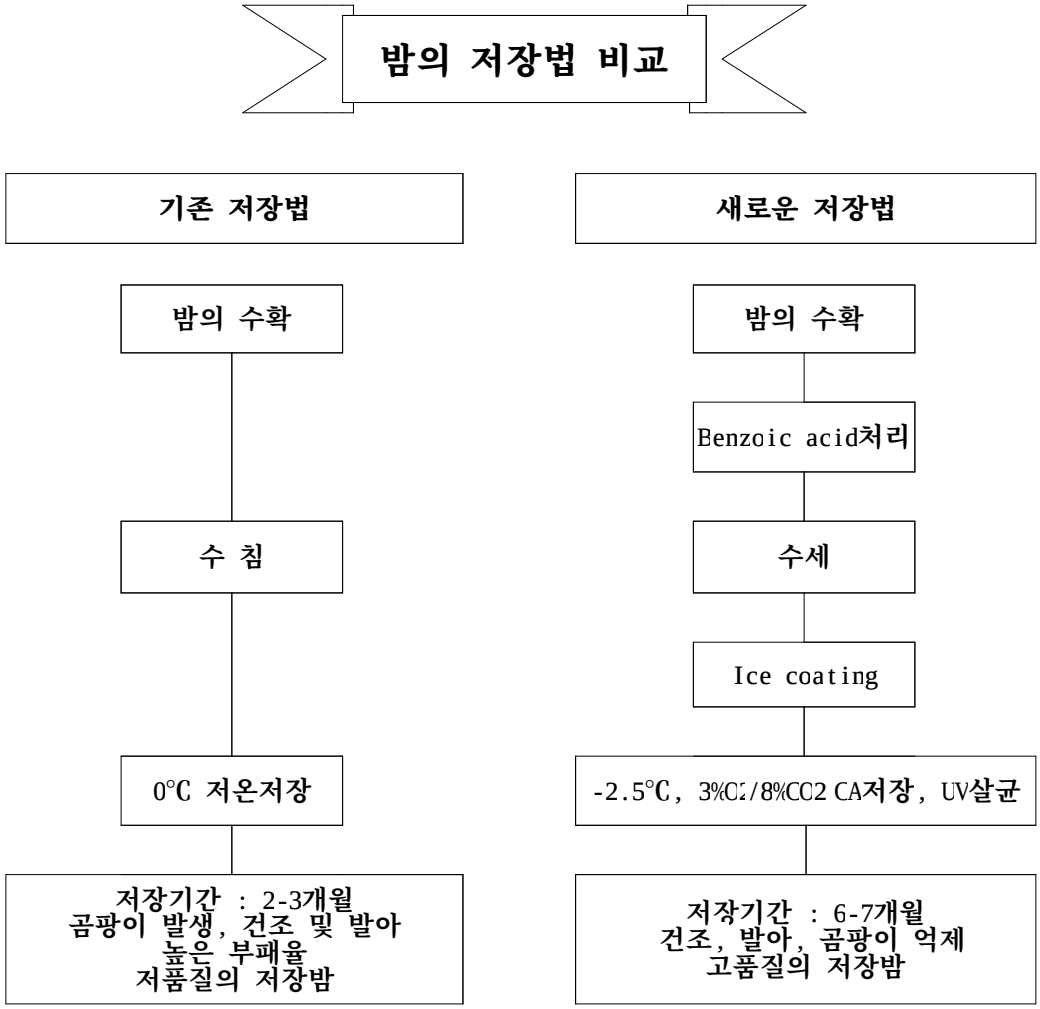
환경기체조성을 통한 CA저장을 행함으로써 얻을 수 있는 장점은 밤의 영양성분을 일반 저온저장보다 높게 유지할 수 있을 뿐만 아니라 저장고 내의 수분이 외부로 유출되지 않으므로 인하여 ice coating 피막을 저온저장에 비해 장기간 유지하므로써 저장 중 중량감소율을 억제함으로써 경제적으로도 유리한 것으로 판단되며 부패과 발생 등이 저온저장보다 낮게 나타나 밤의 장기 저장에 적용할 수 있는 것으로 판단된다.

감마선을 이용한 비교연구에서 얻어진 결과는 저장 및 유통용 밤의 발아방지를 위해서 현행 저온저장 방법 외에 수확 후 1개월 전 후로 저선량 (0.25 kGy)의 감마선 조사 방법을 이용하면 발아(근) 문제는 해소될 수 있을 것으로 판단되다.

현재 일부 가공·저장·수출 업계에서는 수확된 밤의 충해방지를 위하여 장시간 (냉수 48시간)의 수침방법을 이용하고 있으나, 본 실험 결과 저장 중 밤의 발아·부패 현상, 품질안정성 저하, 표면곰팡이 발생 등의 문제점이 확인되었다. 또한 수출용 생밤의 검역처리로써 methyl bromide 훈증법은 살충효과는 우수하나 밤의 품질이 크게 저하되어 단기간 저장도 불가능하였다. 따라서 대체방안으로써 감마선을 0.5 1kGy 조사함으로써 밤 가해 해충인 밤바구미와 복숭아명나방을 처리 후 20 30일 이내에 효과적으로 살충시킬 수 있었고, 살충 처리된 밤의 품질도 4 6개월 이상 비교적 안정하였다.

그러므로 국내에서도 1kGy 범위의 감마선 조사방법이 생밤의 살충, 발아억제 및 저장기간 연장의 목적으로 허가되어 활용될 수 있다고 판단되므로, 이에 대한 대량 실증연구가 요구되고 있다. 더우기 실용화를 위해서는 종합적인 연구결과를 바탕으로 식품공전 상의 현행 밤의 방사선 조사기준 (0.25kGy 이하)을 1kGy 이하로 개정함으로써 실용화를 위한 제도적 기반이 마련될 것이다.

본 연구에서 건의하고 싶은 밤의 저장법은 수확 후 집하된 밤을 benzoic acid 용액에 침지 후 수세하여 살균 처리한 후 저장고에 입고시켜 ice coating 처리하여 저장 중 건조 및 표면 곰팡이 발생을 억제한 후 -2.5℃에서 저장하여 발아를 억제하면서 산소 3%, 탄산가스 8%의 환경기체조건에서 저장하는 것이며 저장고내 공기를 UV 살균할 경우 표면 곰팡이 및 부패과의 발생을 더욱 낮출 수 있는 것으로 판단되며 이러한 방법으로 저장할 경우 10월에 수확한 밤을 생밤으로 유통할 경우 그 다음해 4 5월 경까지 유통시킬 수 있으며 가공용원료로 사용할 경우에는 7월까지도 저장이 가능한 것으로 나타났다.


밤의 저장법 비교
기존 저장법
밤의 수확
수 침
0℃ 저온저장
저장기간 : 2-3개월
곰팡이 발생, 건조 및 발아
높은 부패율
저품질의 저장밤
새로운 저장법
밤의 수확
Benzoic acid처리
수세
Ice coating
-2.5℃, 3%O2/8%CO2 CA저장, UV살균
저장기간 : 6-7개월
건조, 발아, 곰팡이 억제
고품질의 저장밤

제 2 절 수출용 밤 가공품의 품질 분석 및 품질개선 기술 개발

우리나라의 최대 밤 수출국인 일본을 대상으로 일본의 밤 수입 및 소비현황, 수출시 문제점을 조사 분석하고 수출 주요 품목인 깐밤의 작업 공정을 조사하였다.

수출용 밤 및 밤 가공품은 EDTA의 과량 사용 및 이산화황의 과량 잔류가 가끔 문제가 되고 있으며 수출용 깐밤 및 감로자 제품의 품질검사 결과 기준이내로 비교적 양호한 결과를 나타냈으나 세척용수 및 가공용수의 미생물 관리 등의 엄격한 품질관리가 요구된다. 현장에서 관행적으로 이루어지고 있는 감로자 및 water pack 제품의 자숙공정을 개선하기 위하여 15개의 실험구를 설장히여 물성의 변화를 조사하였다. 98℃에서 80분간 유지시키는 세 번째 단계에서 밤의 경도 및 응집성의 변화가 가장 컸으며, 반응표면분석에 의해 밤의 자숙공정을 최적화하여 예측모델식을 수립하여 밤 가공품 생산 현장의 공정 개선에 따른 물성예측과 새로운 자숙공정 확립에 기여할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 밤 가공품의 최적 살균 공정을 조사한 결과 현행 공정보다 온도 및 살균시간이 짧은 85℃, 20분간 살균 후 6개월간 보존하여도 품질상의 문제가 없어 생산현장에서의 살균온도 및 시간 단축에 따른 원가 절감 효과가 향후 기대된다 . 밤의 기계적 박피 방법을 해결하고자 알카리 및 산처리에 의한 외피 및 내피의 박피 효과를 조사한 결과 알카리 처리구에서는 NaOH 9%, 40℃에서 6분 처리구에서 효과적이었으며, 산처리에서는 HClO4 2% 농도로 50℃에서 30분간 처리한 구간에서 가장 좋은 박피 효과를 나타내었다.

밤의 효율적 박피를 위한 기초 자료로서 은기와 축파 품종에 대해서 물리적 특성치를 측정하여 이들 특성들 간의 상관관계를 조사하였다. 중량과 외피, 내피의 중량 사이에는 높은 상관계수를 나타내었지만 부피 및 장경, 단경과 중량 및 내피, 외피의 중량 사이에는 비교적 낮은 상관계수를 나타내었다. 이들 특성들간의 회귀식을 산출하여 내피와 외피의 중량을 예측함으로서 향후 밤 가공 공장에서 대량 박피를 위한 기계적 시스템 개발에 기여할 수 있을 것으로 예상된다.

제 3 절 새로운 밤 가공제품의 개발

당침밤 제조 공정의 개선을 위한 연구결과 일반자숙 및 마이크로파를 이용하여 밤을 당침하여 실험한 결과 마이크로파를 이용한 당침이 일반적인 당침보다 당침투속도가 빠르고 경도변화도 비교적 균일하게 나타나 당침밤의 연화에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 그리고, 당침액의 농도는 55 65。Brix일 때 가장 경제적이고 효율적인 당침이 이루어진 것으로 보여진다. 또한 마이크로파를 이용하여 당침한 경우 총펙틴의 함량이 높게 나타났고 기호도나 경도면에서 우수한 결과를 나타내었다. 따라서 당침밤을 제조할 경우 열에 의한 일반적인 자숙보다 마이크로파를 이용하여 자숙, 당침하는 것이 더 효과적이고 품질이 우수한 제품을 생산할 수 있다고 하겠다.

Blanching 처리 후 열풍건조 및 동결건조를 이용한 밤가루로 밤페이스트를 제조한 결과 수율, 색, 품질에 있어서 blanching 처리하여 동결건조하여 만든 밤 페이스트가 가장 우수한 것으로 나타났다. 향기성분의 분석에 의해 hydrocarbone류, alcohol류, phenol류, ketone류 등이 검출되었으며, 주요 향기 성분은 2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl phenol으로 나타났다. 밤페이스트의 관능검사에서 색은 blanching 처리 후 동결건조한 구가 가장 우수하게 나타났고, 조직감은 동결건조한 구가 우수하게 나타났으며 색, 맛, 전체적 기호도는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 밤페이스트를 이용하여 식품가공용 소재로 이용할 가능성이 많은 앙금, 양갱, 죽을 제조하였는데 앙금, 양갱을 제조할 때 밤페이스트를 10% 첨가하는 것이 품질과 기호도 면에서 가장 우수한 것으로 나타나 새로운 가공용 소재로서의 가능성을 시사하고 있다. Hydroxypropylation, oxidation, acetylation, heat-moisture treatment를 이용하여 변성시킨 밤전분은 Light transmittance, X-ray diffraction, Blue value and amylose contents, Characteristics of gelatinization등의 실험에서 천연 밤전분과 다른 다양한 결과를 나타내었다. 이들 결과로 볼 때 변성전분으로서 가공 식품의 활용도를 높일 수 있을 것으로 보여진다. 밤가루의 품질을 향상시키기 위

해 blanching 온도별로 밤가루를 제조하여 품질을 측정한 결과, Visco/amylogram, WBC, Water binding capacity, Swelling power 등의 실험에서 low-temperature blanching(65℃, 30분)처리로 제조한 밤가루의 품질이 가장 우수한 것으로 나타내었다. 이러한 결과는 향후 밤 전분 및 밤가루의 식품산업에서의 활용도를 더욱 확대시키는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

제 6 장 참 고 문 헌

1. 농림부 (1996) 농림수산통계연보
2. 신두호, 배정설, 배국웅 (1982) 한국산 밤의 저장에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 11(3), 41-46
3. Yim, H., Kim, J. O., Shin, D. W., Suh, K. B. (1980) Study on the storage of chestnut. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 12(3), 170-175.
4. Nha, Y. A. and Yang, C. B. (1996) Changes of constituent components in chestnut during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(6), 1164-1170.
5. 이현유, 신응태, 남영중, 서기봉 (1979) 밤의 중간제품 가공 및 저장에 관한 연구, 제 1보. 당침밤, 으깬밤 및 Flake가공·저장에 관한 시험, 농개공식품연구소 사업보고서, 51
6. 이현유, 신응태, 남영중, 서기봉 (1979) 밤의 중간제품 가공 및 저장에 관한 연구, 제 2보. 당침밤의 설탕대체시험 및 중간제품의 이용도 개발 시험, 농개공식품연구소 사업보고서, 71
7. 성락계, 김경규 (1974) 한국산 밤의저장과 가공적성에관한 연구, 경상대학 농업연구소보 (8), 45-50
8. 김용하, 신현영 (1989) 밤의 박피제거에 대한 산, 알카리 및 교반마찰 처리결과 전북대학교 논문집, (20), 71 77
9. 眞部孝明 (1970) クリ成分と加工法に關する研究(第七報), 食品公報, 17(6), 242-246
10. 眞部孝明 (1970) クリ成分と加工法に關する研究(第七報), 食品工誌, 17(6),
11. 김세권, 전유진, 김용태, 이병조, 강옥주 (1995) 밤묵의 관능검사와 노화특성. 한국영양식량학회지, 24(4), 601-605
12. 기우경, 성낙계, 허종화, 조성환, 심기환, 정덕화 (1991) 당침밤 제조 중

변색 방지를 위한 표백제 처리 효과, 농어촌개발연구,9(21),21-25

13.박영희 김성곤, 이선영, 김주봉 (1984) 밤 전분 호화액의 유동특성, 한국식품과학회지, 16(3), 314-318

14. 김세진, 전유진, 김용태, 이병조, 강옥주 (1992) 밤전분의 물리화학적 특성의 텍스쳐 특성, 한국영양학회지 24(4), 594-600

15. 주난영, 안승요 (1995) 밤 전분 및 전분겔의 성질에 관한 연구, 한국식품과학회지, 27(6), 1017-1027

16. Hayashi, T., Chta, H., Hayakawa, A., and Kawashima, K. (1983) Effect of gamma-iradiation and cold-storage on the sucrose content of chestnuts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 30(10), 557-561.

17. 田村民和 (1970) クリの低溫貯藏 體時報. 49. 372

18. 森一英男, 片岡寬 (1949) 生體ホルモソの 栗果に對する發芽防止效果. 農友園, 42, 127

19. Lee, B. Y., Yoon, I. H., Kim, Y. B., Han, P. J., Lee, C. M.(1985) Studies on storing chestnut sealing with polyethylene film. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 17(5), 331-335

20. 이병영, 윤인화, 김영배, 한판주, 이정명(1985) 밤의 polyethylene film 밀봉저장효과, 한국식품과학회지, 17(5), 33

21. 加藤薰, 山下育彦, 西康克浩 (1972) 果實そ菜の CA貯藏に 關する 研究(第1報). くり果のCA貯藏による 發芽抑制とかつ 變色防止 效果. 日本食品工業學會誌. 19, 371

22. Uchiyama, Y. (1966) Effect of gamma irradiation on sprout inhibition and its physiological mechanism of chestnuts. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.*, 35(3), 86-94

23. 조한옥, 양호숙, 변명우, 권중호, 김종군 (1983) 방사선 조사와 자연저온에 의

한 발아식품의 batch scale 저장에 관한 연구. 제 4보. 밤의 저장. 한국식품과학회지, 15(3), 231-237

24. 양호숙, 김종군, 조한옥, 변명우, 권중호 (1983) 방사선 조사와 자연저온에 의한 발아식품의 batch scale 저장에 관한 연구. 제 5보. 장기 저장된 밤의 조리적성에 대하여. 한국식품과학회지, 15(3), 238-244

25. 原田昇 (1971) クリ果の貯藏に關する硏究 (弟 8 報). 貯藏 中 における, クリ果の發根, 發芽 要因 に ついての再檢討, 大阪敎育大學紀要, 20のIII, 143

26. 최종욱, 손태화 (1992) "농산물의 CA저장" 한국농산물저장유통학회 창립기념심포지 움.

27. 加藤薰 (1976) CA 貯藏의 現況과 CA裝置의 開發, 日本 Cold chain 硏究士, 134-140

28. Csborne, D.R. and Voogt, P.(1981) The Analysis of Nutrients in Foods, AP, London, p. 107-108

29. Kozukue, N., Kozukue, E., Kishiguchi, M. and Lee, S.W. (1978) Studies on keeping-quality of vegetables and fruits. III. Changes in sugar and organic acid contents accompanying the chilling-injury of egg plants. Sci. Hortic., 8, 19

30. Andrew P. Medicott and Anthony K. Thompson (1985) Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits(*Mangifera indica L. var Keitt*)by high performance liguid chromatography, J. Sci. Food Agric, 36, 651-566.

31. 주현규, 조광연, 박형균, 조규성, 채수규, 마상조 (1993) 식품분석법, 유림문화사.

32. Schanderl, S.H. (1970) Tannins and related phenolics, In *Methods in Food Analysis*,2nd ed., AP, New York, p. 701-711

33. 일본식품공업학회 식품분석법편찬위원회편 (1982) 식품분석법. 광림, 동경,

464-476

34. 大久保增太郎 (1968) 青果物の新鮮度 保持に 關する 研究. 弟5報, トマト 果實の 呼吸に 及ぽす 環境條件とくに ガス組成の 影響. 日本園藝學雜誌, 37, 256-260

35. 한국곤충학회/한국응용곤충학회 (1994) 한국곤충명집, 건국대학교 출판부, 서울

36. Kobayashi, T. and Tabuchi, T. (1954) A method employing a tribasic sodium phosphate buffered reagent for estimating semimicro quantities of reducing sugars. *J. Agric. Chem. Soc., Japan.*, 28, 171-174

37. Larmond E. (170) Methods for Sensory Evaluation of Food, Canada Department of Agriculture, Publication 1284, p.36

38. 김정옥, 조한옥, 염광빈, 권중호 (1983) 방사선을 이용한 발아식품의 저장 실증연구. 비축농산물저장시험사업보고서, 농수산부 농수산물가격안정사업단, p. 75- 110.

39. 조한옥, 변명우, 권중호, 이재원 (1986) 방사선 조사에 의한 수세된 수삼의 저장. 한국농화학회지, 29(3), 288-293

40. Kwon, J. H., Yoon, H. S., sohn, T. H., Byun, M. W., and Cho, H. C. (1984) Effect of gamma irradiation on the physiological characteristics of garlic bulbs during storage. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(4), 408-412.

41.고무석, 박복희(1981) 녹두나물의 생육과정 중 vitamin C 함량에 대한 gibberellin의 효과. 한국영양식량학회지, 10(1), 117-122.

42. ACAC (1984) Cfficial method of analysis. 14th ed., Association of Cfficial Analytical chemist, Washington

43. Yamamoto, K., Sawada, S. and Cnogaki, T.(1973) Properties of rice starch prepared by alkali method with various conditions. *Lenpun Kagaku*, 20, 99

44. Amerine, M. A., Cugh, C. S. (1980) Methods for analysis of muts and win.

John wiley & Sons. New York, pp. 176

45. 주현규, 조광연, 박충균, 조규성, 채수규, 마상조 (1994) 식품분석법, 유림문화사, p. 356-359

46. Harrigan, W. F. and Mccance, M. E.(1976) Laboratory methods in food and dairy microbiology, Academic Press, London, p. 139

47. Myers, R. H. (1986) Response surface methodology, p. 65

48. 박성현 (1990) 현대실험계획법, 민영사, p. 575

49. 서기봉, 한판주, 이성종 (1974) 밤가공에 관한 실험에 과한 연구 제 1보 밤의 가공적성 및 유색가공품의 개발을 중심으로, 한국식품과학회지, 6(2), 98 108

50. 기우경, 성낙계, 허종화, 조성환, 심기환, 정덕화 (1981) 밤의 효과적인 저장을 위한 중간 소재의 개발-당침밤, 건조밤, 잼의 제조, 경상대학교농어촌개발연구, 9, 13-19

51. 한판주, 이성종 (1968) 밤의 加工硏究, 농공이용소 시험연구 보고서, 1107-1121

52. 오영택, 박남규 (1982) 경제작물 가공연구, 농진청 농업기술연구소 시험연구보고서(화학부),980

53. 한판주, 이성종 (1968) 밤의 통조림 제조에 관한 시험, 시험연구보고서 (농공), 1107

54. 심기환, 성낙계, 기우경, 조성환, 정덕화, 최진상 (1990) 밤을 이용한 카스테라의 제조 및 관능검사. 경상대농어촌개발, 8, 33-39

55. James Giese (1992) Advances in Microwave Food Processing, *Food Technol.*, 9, 118-123

56. Tsuyki, H. (1982) Utilization of highfrequency and microwave heating in food industry. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, 29, 123

57. A.Quintero-Ramos,M.C.Bourne, A. Anzaldua-Morales (1992) Texture and rehydration of dehydrated carrots as affected by low temperature

blanching, *J.Food Sci.*, 57(6), 1127-1139

58. J.Garcia-Reverter,M. C. Bourne, A, Mulet (1994) Low temperature blanching affect firmness and rehydration of dried cauliflower flolets, *J.Food Sci.*, 59 (6), 1181-1183

59. Maweleshmaila, Timothy durance, Benoit girard (1996) Water blanching on headspace volatile and sensory attributes of carrot, *J.Food Sci.*, 61(6),1131-1134

60. D. G Medcalf and K. A Gilles (1975) Wheat starches comparision of physicochemical properties, *Cereal chem.*, 42, 558-561

61. **최옥자, 고무석, 신말식** (1994) **마이크로파 가열방법에 따른 감자전분의 호화 특성 변화**, **한국식품과학회지**, 26(6),696-703

62. **김은미, 주광지** (1995) **마이크로파 오븐 가열에 의한 유지의 지방산과 토코페롤의 안정성**, **한국영양식량학회지**, 24(2), 234-241

63. **밤의 향기성분** (1988) **경상대학교 농어촌 개발 연구소 연구보고서**, 30-43

64. **박인순, 김성곤, 김춘수** (1982) **밤전분의 이화학적 특성**, **한국농화학회지**, 25(4), 218-223

65. H. K. Leung, F. H. Barron and D. C. Davis (1983) Textural and R heological Properties of Cooked Potatoes, *J.Food Sci.*, 48, 1470-1474

66. Jackson, D. S., Gomez, M. H. Waniska, R. D. Rooney, L. W (1990) Effects of single screw extrusion cooking on starch as measured by aqueous high-performance size-exclusion chromatography. *Cereal Chem.*,67, 529

67. **육 철, 백운화, 박관화** (1991) **하이드록시프로필화 옥수수 전분의 이화학적 특성**. **한국식품과학회지**, 23(2), 175

68. **육 철, 백운화, 박관화** (1991) **하이드록시프로필화 옥수수 전분의 호화**

및 겔특성, 한국식품과학회지, 23(3), 317

69. 이상효, 한 억, 이현유, 김성수, 정동효 (1989) 아밀로오스 함량별 쌀전분의 이화학적 특성, 한국식품과학회지, 21(6), 766

70. C. Takeda, Y. Takeda, and S. Hizukuri (1983) Physicochemical properties of lily starch, *Cereal Chem.*, 60(3), 212

71. Thomas E. Luallen (1985) Starch as a functional ingredient, *Food Technol.*, 59

72. 이신경, 신말식 (1994) 고구마 수침에 의한 변성 전분의 호화와 노화 특성, 한국식품과학회지, 26(5), 638