

114. 0.
2977C

최 종
연구보고서

더덕의 저장, 최소가공 및 유통 기술 개발

Development of Storage, Minimal Processing,
and Marketing System in Lance Asia Bell Roots

연 구 기 관
안 동 대 학 교

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “더덕의 저장, 최소가공 및 유통 기술 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2000 년 10 월 9 일

주관연구기관명 : 안동대학교

총괄연구책임자 : 박 윤 문

연 구 원 : 이 종 화

여 백

요 약 문

I. 제 목

더덕의 저장, 최소가공 및 유통 기술 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

더덕은 주로 박피 후 양념처리를 거쳐 부식으로 이용해온 작물이지만 최근에는 자연식품과 건강식품을 선호하는 현대인의 요구에 부응하는 기능성 식품으로 소비시장의 확대가 기대되는 작물로서 약용작물에 비해 경제성이 높은 작물로서 재배 면적과 생산량이 증가추세를 보이고 있다 (오 등, 1997). 그러나 더덕은 껍질이 거칠어 물 세척만으로는 깨끗이 씻기지 않아 칼로 껍질을 벗겨야 하는 번거로움이 있으며 점성 물질이 분비되어 끈적거리므로 간편성을 추구하는 소비 기호에는 맞지 않는 식품이다. 따라서 소비자의 요구를 충족시킬 최소 가공 편이식품이나 가공제품이 개발되지 못할 경우 소비위축에 따른 과잉생산이 우려된다.

더덕의 가공은 최소 가공 형태인 박피가공이 대부분을 차지하고 있으며 음료 가공이 일부 시도되고 있다(오 등, 1997). 박피가공을 위해서는 연중 신선한 원료의 공급이 요구되는데 더덕의 경우, 3월에서 11월까지 장기간 수확이 가능하나 품질을 고려하여 주로 3~4월과 11월 중 2회 수확하는 것이 일반적이다. 특히 겨울에는 제주도를 제외한 다른 재배지역의 땅이 얼기 때문에 수확이 불가능하여 12월에서 다음해 봄 수확기까지는 장기 저장에 의한 가공원료의 확보가 필요하다.

더덕은 수확후 저장, 가공 및 유통 과정에서 품질의 저하는 물론 많은 손실이 발생하고 있다. 저장 중에는 중량감소, 품질 저하 및 변패에 의한 손실이 50% 이상 발

생한다. 주 소비 형태인 박피 더덕 역시 가공 후 변색 등 급격한 품질 저하가 일어나므로 많은 유통손실이 발생한다.

따라서 더덕의 효율적인 수확 후 관리와 수요 창출을 위해서는 고품질 원료 확보를 위한 저장기술의 개발, 박피 가공 공정의 최적화, 포장 기술 개발 및 적정 유통 환경에 대한 조사가 필요하다. 본 연구는 더덕의 수확, 저장, 박피 공정, 포장 및 유통 기술을 개발하고 반가공 상품개발을 통해 수확 후 품질관리에 대한 최적화 모델을 설정하고자 수행되었다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 저장기술

가. 연구개발 내용

더덕의 수확시기별 생리적 특성에 따른 적정 저장온도를 구명하고 controlled atmosphere(CA) 및 modified atmosphere(MA) 효과를 검토하여, 손실을 줄이면서 장기 저장이 가능한 현장적용형 포장저장기술(MAP 저장)을 개발하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 수확시기별 생더덕 저장 생리에 따른 저장온도 범위 설정
- 2) 저장손실 발생률 15% 이하로 줄이기 위한 MAP 저장기술 모델 개발

2. 최소가공 후 포장 전처리 기술

가. 연구개발 내용

최소가공 과정인 박피 후 더덕의 품질열화 특성을 조사하여 변색 및 변패를 방지하고 식품 안전성 향상을 위해 미생물 활성을 낮출 수 있는 박피 후 처리기술을 개발하고자 하였다. 박피 더덕은 포장 후 유통과정을 거치게 되므로 포장 전처리 효과

는 궁극적으로 가공 식품의 포장기술 및 유통환경의 효과와 복합적으로 나타나므로 본 연구는 유통온도별로 그 효과를 검증하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 효과적인 변색방지 처리 약제 및 처리기술 개발
- 2) 오존수 처리의 상품성 및 식품 안전성 향상 효과

3. 포장 및 유통 기술

가. 연구개발 내용

박피 가공 더덕의 포장재질과 포장방법에 따라 품질변화를 조사하여 효과적인 포장방법을 개발하고 유통온도에 따른 더덕의 상품성과 포장상태 변화를 조사함으로써, 최근 신선 식품의 유통시스템으로 구축되고 있는 저온유통 체계 적용성을 검토하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 효과적인 포장재질 및 기능성 포장재를 이용한 포장방법 비교 연구
- 2) 포장 후 유통온도 변화에 따른 상품성 예측을 통한 상품성 90% 수준에서 유통기한 2주 이상을 위한 유통체계 모델링

4. 반가공 식품(pre-cook product) 개발

가. 연구개발 목표 및 내용

물리적 가공정도에 따른 상품성 및 식미를 조사하여 가공도를 결정하고, 4주 유통이 가능한 조미액 paste 처리 즉석구이용 식품 개발을 목표로 하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 상품성 유지가 가능한 물리적 가공 한계 결정
- 2) 고추장 조미액 개발 및 paste 기술 적용 가능한 반가공 제품의 상품화

5. 세척, 박피 공정 개선

가. 연구개발 목표 및 내용

최소가공 공정 최적화의 선결 과제로써 기존 박피기의 효과를 향상시킬 수 있는 세척·박피기기 모델을 제시하여최소가공 공정의 기계화 가능성을 조사하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 박피 공정별 상품성 및 품질 조사
- 2) 박피 효율 80% 이상을 위한 공정화 검토

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

가. 저장기술 개발

가을 더덕과 봄 더덕의 적정 저장온도를 구명하고 CA와 MA 저장 방식의 효과를 밝히기 위해 기존의 polypropylene(PP) 포대 저온저장 방식과 CA, MA 저장 방식을 적용하여 손실 발생률 및 품질 변화와 저장 후 박피가공 더덕의 유통 중 상품성을 조사하였다. 상업적 규모의 저장시 가을 더덕은 $-1.0\sim-1.5^{\circ}\text{C}$, 봄더덕은 $0\sim-0.5^{\circ}\text{C}$ 적정 설정온도로 판단되었다. 중량감소는 PP 포대에 포장하여 일반 저온저장한 더덕에서 높게 나타났으며, 특히 상용저장고 냉장방식을 모의한 직접송풍식 저온 chamber에 저장한 더덕은 수분탈취에 의해 심한 위조현상을 보였다. CA저장과 MA 저장은 더덕의 중량감소와 이에 따른 위조현상 감소에 효과적이었다. 뿌리조직의 연화현상 역시 CA와 MA저장에 의해 감소하는 경향이였다. 저장 후 박피가공한 더덕의 표피 색택은 저장 직후에는 CA와 MA 저장에 의한 향상 효과가 없었으나 박피 가공 후 유통과정에서는 CA와 MA 저장더덕의 표피 변색 및 조직연화가 지연됨으로써 상품성 유지효

과를 나타냈다. 현장에서 손쉽게 적용이 가능한 MAP 저장은 50 μ m~60 μ m PE 필름을 이용하여 산소 농도는 1% 이상 이산화탄소 농도는 15~20% 수준의 유지가 최적 저장 조건으로 조사되었다. 따라서 포장재질과 두께 및 포장 단위에 따라 적정 가스 농도 수준이 유지되도록 바늘구멍을 뚫어 어느 정도 가스교환이 이루어지게 하거나 포장재의 두께를 조절해야 할 것으로 사료되었다. 연구결과를 종합적으로 고찰해 볼 때, 가을더덕은 동결피해가 발생하기 전에 봄더덕은 생육이 진전되어 뿌리의 생리활성이 높아지기 전에 수확하여 가을더덕은 -1.0~-1.5 $^{\circ}$ C, 봄더덕은 0 $^{\circ}$ C에서 50~60 μ m PE 필름 MA 포장저장법을 활용함으로써 최적화가 가능할 것으로 보인다.

나. 최소가공 후 포장 전처리 기술

박피가공한 더덕을 포장하기 전에 ascorbic acid, 염소수, 구연산, 식염수 및 오존수에 침지처리하여 유통시 상품성 및 품질을 조사하였다. 외관을 기준으로 유통중 상품성을 평가한 결과, 박피 후 침지처리는 상품성 향상 효과가 크지 않았으나 조직의 경도는 1% 구연산용액이나 0.5%구연산+ 1% 식염수 혼합용액 침지처리에 의해 향상되는 경향을 보였다. 0.5 ppm 오존수 침지처리에서도 외관으로 판정한 상품성 유지효과는 나타나지 않았으나 조직 경도는 높게 유지되어 식미 지수 유지효과와 관련성을 보였다. 침지처리 기술에 있어서는, 침지액의 온도가 상품성, 식미 및 조직 경도에 영향을 미치지 않았으나 침지처리 시간에 따른 품질은 침지액에 따라 상이하게 나타났는데 수돗물 침지 30분의 경우, 식미가 감소하고 조직의 연화가 빨리 진행되었으나 오존수 30분 침지시에는 품질에 영향을 미치지 않았다. 세균 활성은 1% 식염수 침지에 의해 7일 유통기간까지 뚜렷한 감소를 보였고 0.5% 구연산 혼합침지처리는 감소효과를 증대시켰다. 그러나 곰팡이의 활성은 식염처리에 의해 오히려 증대하는 경향이였다. 0.5ppm 이상의 오존수 1분 처리는 세균활성 감소에 뚜렷한 효과를 보였으나 곰팡이 활성 억제효과는 처리직후 한시적인 것으로 나타나 침지처리 후 포장기술 및 유통 환경의 조절이 병행되어야 하는 것으로 나타났다. 더덕 뿌리에 있는 미생물 침출액의 오존수 혼합 처리실험 결과와 종합해 볼 때, 박피 더덕은 0.5~1.0ppm 농도의 오존수에 1분간 침지가 공정상 가장 효율적인 것으로 판단되며, 오존

수 발생장치가 없는 경우에는 차선책으로 구연산과 식염수 혼용침지처리가 효과적인 것으로 판단된다.

다. 포장 및 유통

포장 및 유통환경의 최적화 연구결과, 60 μ m PE 필름이나 20 μ m ONY/40 μ m LDPE/30 μ m LLDPE으로 구성된 다층 기능성 필름(ML 필름)을 이용하여 진공포장 후 4 $^{\circ}$ C 저온보관 및 유통과정시 60일간 상품성 유지가 가능한 것으로 조사되었다. 그러나 나일론이나 OPP 재질 포장재는 10 $^{\circ}$ C 이상 유통 환경에서는 2주일 안에, 4 $^{\circ}$ C 유통시에도 45일 이후에는 진공이 풀리면서 부풀어오르는 현상이 발생하였다. 이러한 결과를 볼 때, 유통시 온도 환경에 따라 필름 재질의 선택적 사용이 필요한 것으로 판단되었다. 필름의 기능성은 진공포장 및 다양한 유통환경에 적합한 PE 필름을 기본소재로 한다면 방담처리가 적합한 것으로 보이며 PE 필름에 방담기능을 추가하는 필름제조 기술의 개발이 필요한 것으로 사료된다.

라. 반가공 상품(pre-cook product) 개발

즉석 구이용 더덕 반가공품 개발을 위한 실험 결과 박피 후 절편 가공수준까지는 양호한 상품성 유지효과를 보이지만 압착가공 처리는 식미의 저하와 미생물 오염이 심한 것으로 나타나 반가공품 개발을 위한 물리적 가공은 박피 후 절편 절단까지가 적합한 것으로 조사되었다. 조미처리는 상온유통시 상품성 유지효과는 있으나 식미의 저하로 인해 조미처리 자체로 상온 유통에서의 품질열화를 대체할 수는 없는 것으로 조사되었으며, 조미더덕이나 무조미 더덕을 4주 이상 유통시키기 위해서는 저온유통이 필수적인 것으로 나타났다. 가공 후 진공포장 제품의 상품성 등을 고려할 때, 반가공 더덕 제품은 '세척 + 박피 후 종절단 + 0.5~1.0ppm 오존수 1분 침지 + styrofoam tray 배열 + 조미 paste 별도 포장 + 기능성 필름 진공포장'의 공정을 적용할 때, 7 $^{\circ}$ C에서 2주 이상의 유통 가능한 상품의 개발이 가능하고 유통 온도를 좀 더 낮출 경우 4주까지 상품성 유지가 가능한 것으로 추정되었다. 앞으로의 연구는 편이성 증대를 위해 조미액 paste 가공처리한 더덕을 포장할 경우 조미액이 스며나 오지 않도록 이중포장 방법 등을 개발하여야 하는 과제가 남아있다.

마. 세척·박피 공정 개발

본 기술개발과제를 통해 제작한 세척·박피기는 실험적 규모로써 박피기 내의 brush line이 짧아 박피 효율이 다소 낮게 나오는 것으로 추정되므로 현장에서 적용하는 실제 크기로 제작할 경우 brush 강도와 line의 길이에 대한 보완이 필요한 것으로 조사되었다. Brush-type 기계 박피 더덕은 외관상 선택이 검게 나타나 수작업 더덕에 비해 상품성이 낮게 평가되지만 미생물이 대부분 제거되고 육질의 경도가 높으므로 앞으로 박피 더덕에 대한 인식을 바꾼다면 현재 사용하는 수준의 세척, 박피기를 그대로 현장에서 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 다만 유통 중 사포닌 함량의 감소현상에 대한 연구가 보완되어야 할 것으로 판단된다.

2. 활용에 대한 건의

본 연구에서 개발한 더덕의 저장, 가공, 포장 및 유통기술은 더덕과 유사한 다른 신선 식품의 최소가공 상품에 응용 가능할 것으로 보인다.

가. 더덕의 MAP 저장기술은 더덕뿐 아니라 저장 온도에 관한 연구를 보완한다면 도라지 등 겨울에 수확이 불가능한 다년생 뿌리 작물의 가공원료 확보를 위한 저장 기술로 응용이 가능하다. MAP 저장기술은 현재 더덕을 생산하는 지역의 영농조합이나 농협의 저장, 가공 종합처리 시설에서 활용이 가능하다.

나. 더덕의 박피 최소가공기술 공정 중 가공후 침지처리 및 오존수 처리기술은 모든 최소 가공식품의 위생 관리에 공통적으로 활용될 수 있는 기술로써 공정과정을 통한 미생물 활성 조사 자료는 HACCP 적용의 기초자료로 활용될 수 있다.

다. 더덕 최소 가공업체에서 문제시되는 유통과정에서의 변색 및 변패를 감소시키기 위한 진공포장 시 유통온도별 포장의 진공도 변화와 상품성에 관한 연구자료는 현장에서 계절별로 선택적으로 사용할 수 있는 활용도가 높은 기술로써 생리적 활성이 유지되는 모든 최소 가공품의 포장재 개발 및 유통체계 확립에 활용될 수 있다.

라. 반가공 제품의 paste 용 조미액 recipe는 앞으로 더덕 수요 창출을 위한 가공식품 개발에 활용이 가능하다. 조미액을 paste한 후 진공포장시 발생하는 포장상태의 외관상 문제점은 styrofoam tray를 이용한 이중 포장기술 등의 보완적인 연구 개발을 통해 해결이 가능하므로 본 연구에서 제시된 가공모델은 더덕의 신상품 개발로 활용될 수 있다.

SUMMARY

Development of Storage, Minimal Processing, and Marketing System in Lance Asia Bell Roots

Youn-Moon Park and Jong-Hwa Lee

School of Bioresource Sciences, Andong University, Andong 760-749, Korea

The study was conducted to develop an optimized model for postharvest handling system, minimal and pre-cook (ready-barbecue) processing procedures, and packaging and marketing environmental control of lance Asia bell (*Codonopsis lanceolata* Benth. et Hook.) roots.

Fall- and spring-season lance Asia bell roots were stored under various storage conditions in air, controlled atmosphere (CA) and modified atmosphere (MA) conditions and their quality changes during storage and marketing period were investigated. Optimum temperature range appeared to be $-1.0\sim-1.5^{\circ}\text{C}$ for fall-season and $0.0\sim-0.5^{\circ}\text{C}$ for spring-season roots. High weight loss occurred in air storage, especially in direct-blowing refrigeration chamber system (DBRS) which simulated commercial-scale cold storage. In DBRS, high weight loss resulted in severe shrinkage symptom. CA and MA storage effectively reduced weight loss and the incidence of shrinkage. Flesh softening tended to be reduced by CA and MA storage although exceptionally low incidence of flesh softening observed under some air-storage conditions. No positive effects of CA and MA storage on the surface color of peeled roots were observed immediately after removal from the storage. During the marketing of peeled roots, however, CA- and MA-stored roots tended to have longer shelf-life showing less surface discoloration and flesh softening. Considering the root quality during long-term storage and poststorage processing potential, CA of

low oxygen combined with high carbon dioxide appeared to be an effective storage method. For the application in commercial-scale storage, MAP with 50~60 μm PE film could provide an immense potential for long-term storage. However, the thickness of film used, perforation treatment for gas exchange according to loading unit in a package should be considered to maintain proper oxygen level above 1.0% and carbon dioxide level at 15 to 20% inside packages. The results of the present study suggest that lance Asia bell root storage could be optimized by storage at $-1.0\sim-1.5^{\circ}\text{C}$ for fall-season and before $0.0\sim-0.5^{\circ}\text{C}$ for spring-season roots combined with MAP storage.

Screening of effective post-processing (=pre-packaging) treatments on peeled roots was performed by dip treatment in ascorbic acid, citric acid, saline solutions, chlorinated water, or ozonated water. Market quality of the peeled roots, which was evaluated mainly by appearance, was not improved by dip treatment alone nor by citric acid and saline combined treatments. Flesh firmness was maintained better by dip treatment in 1.0% citric acid solution, 0.5% citric acid + 1.0% saline combined solution, and 0.5~1.0 ppm ozonated water, which seemed to be related with better taste index. In the experiment of dipping procedure, temperature of the solution did not influence the quality changes during marketing period. In contrast, effects of application time differed by dipping solution. Dip for 30 minutes in tap water deteriorated the eating quality and texture, whereas 30 minute dip in ozonated water did not affect the marketing quality. Bacterial activity was remarkably suppressed by 1.0% saline dip treatment until 7 days of marketing at 4°C , especially when combined with citric acid. Fungal activity, however, seemed to rather increase by saline dip treatment. Dip treatment in 0.5~1.0 ppm ozonated water effectively reduced bacterial activity during marketing period. In contrast, effects on fungal activity seemed to last only short period after

dip treatment. The data suggested that adequate packaging and marketing environment should be provided to extend the effects of dip treatment and, consequently shelf life and food safety of processed roots. Suppression effects on microorganism activity by the direct contact of root extract with ozonated water provide an idea that efficient pre-packaging procedure could be optimized by dip treatments in 0.5~1.0 ppm ozonated water for one minute.

Control of packaging and marketing environments of processed roots were investigated using different film materials of different thickness and sealing method followed by holding the packages at step-wise shelf temperatures. Effects of all the three factors as film materials, packaging methods, and shelf temperature on the marketability were highly significant. Quality was maintained better in 90 μm 3-layer active film packages, by vacuum sealing, and at low shelf temperature than that in 60 μm PE, by tight sealing, and at higher temperature. Higher flesh firmness and Hunter 'L' value were observed in active packaging at low shelf temperature. Above 10°C, however, vacuum was released and consequently inflation occurred in active film packaging during extended marketing period. For the optimized marketing procedure, packaging materials and methods should be applied selectively according to shelf temperature. Active packaging with antifogging films seemed to exert additive effects in extending shelf life. Commercially-made antifogging PE film is expected for the extension of minimally processed produces as well as lance Asia bell roos at various marketing temperatures.

To increase consumption and value of the products, pre-cook (ready-barbecue) processing procedure was developed. The limit of physical process appeared to be longitudinal slice of the roots in half. Press and maceration processing caused severe quality deterioration and microbial activity even after

seasoning paste treatment. Paste of seasoning seemed to be an effective way to maintain marketability. At ambient temperature, however, paste treatment alone was not enough to prevent quality deterioration for extended marketing period. Cold-chain system should be provided to maintain quality for four weeks of seasoned and non-seasoned roots. At present, promising products are expected by a series of procedure: washing and peeling + longitudinally sliced in halves + dip treatment in 0.5~1.0 ppm ozonated water + arrangement on a styrofoam tray with a separate seasoning pack + active vacuum packaging. Shelf life of the product was more than two weeks at 7°C suggesting the shelf life could be extended to four weeks by lowering temperature.

The least developed area in the processing industry of lance Asia bell roots is washing and, especially peeling procedure. In the present study brush-type peeling machine was suggested as a model. The model, however, still needs to be improved for peeling efficiency. Adjustment of the strength of the brush, length of the line, and rotation power of the machine should be complemented. Reduction in saponin content after mechanical peeling and ozonated water treatment is remained to be studied in detail.

Conclusively, optimum model of the processed lance Asia bell roots were: harvest at proper time + MAP storage at recommended temperature by harvest season + ozonated water dip treatment + selective application of active packaging by shelf temperature + cold-chain marketing. The model could provide 60 day shelf life for minimally processed products. Prepackaging treatments are highly recommended for HACCP in minimally processed produce.

CONTENTS

I. Introduction	23
1. Objectives	23
2. Goals and Scope	24
2.1 Storage	24
2.2 Post-minimal processing treatments	25
2.3 Packaging and marketing procedure	25
2.4 Pre-cook processing	26
2.5 Washing • peeling procedure	26
II. Quality Evaluation and Environment Control	27
1. Sensory evaluation	27
1.1 Marketability	27
1.2 Taste	27
2. Physicochemical evaluation	28
2.1 Flesh firmness	28
2.2 Color	29
2.3 Saponin content	30
2.4 Microorganism activity	30
3. Incidence of loss	31
3.1 Weight loss	31
3.2 Deterioration loss	31
4. Control of storage and marketing environment	31
4.1 Analysis of gas concentration	31
4.2 Marketing environment control	32

III. Development of Storage Technology	33
1. Introduction	33
2. Experimental design	34
2.1 Approaches to system development	34
2.2 Application of various storage techniques	34
2.3 MAP storage	35
3. Results and discussion	36
3.1 Appropriate storage conditions	36
3.2 MAP storage	48
4. Storage modelling	57
IV. Post-Minimal Processing Treatments	59
1. Introduction	59
2. Dip treatment	60
2.1 Materials and methods	60
2.2 Screening of dipping solution agent	61
2.3 Efficient dipping procedure	66
3. Ozonated water treatment	70
3.1 Materials and methods	70
3.2 Root dipping effects	71
3.3 Extract contact experiment	73
4. Conclusion: evaluation of dipping treatments	74

V. Packaging and Marketing Procedure	77
1. Introduction	77
2. Packaging method and shelf temperature	78
2.1 Materials and methods	78
2.2 Results and Discussion	79
3. Active packaging	85
3.1 Materials and methods	85
3.2 Results and Discussion	86
4. Conclusion	87
VI. Development of Pre-cook Product	89
1. Introduction	89
2. Concept development	90
2.1 Processing procedure	90
2.2 Extent of physical processing	90
2.3 Product model	92
2.4 Conclusion	96
VII. Washing • peeling Procedure	99
1. Objectives and methods	99
1.1 Goals	99
1.2 Development of mechanical models	99
2. Modelling of mechanical operation	100
2.1 Structure and components	100
2.2 Evaluation of mechanical procedure	100
2.3 Complementary ozonated water dip treatments	103
2.4 Suggestion for efficiency improvement	104

VIII. Conclusion: Optimized Postharvest Handling Model	107
1. Experimental approaches	107
1.1 Development of model parameters	107
1.2 Pilot experiment for optimization	107
2. Optimized model	111
2.1 Harvest and storage	111
2.2 Minimal and pre-cook process	112
2.3 Packaging and marketing	112
References	115

목 차

제1장 서론	23
제1절 연구개발의 필요성	23
제2절 연구개발의 목표 및 범위	24
1. 저장기술	24
2. 최소가공 후 포장 전처리 기술	25
3. 포장 및 유통 기술	25
4. 반가공 상품개발	26
5. 세척·박피 공정 개선	26
제2장 연구 조사 방법	27
제1절 관능에 의한 상품성	27
1. 상품지수	27
2. 식미지수	27
제2절 이화학적 품질	28
1. 육질 정도	28
2. 색도	29
3. 사포닌 함량	30
4. 미생물 조사	30
제3절 손실발생률 조사	31
1. 중량 감소율	31
2. 비상품화율	31
제4절 저장 및 유통 환경 조절	31
1. 가스 농도 조사	31
2. 유통 환경 조절	32

제3장 저장기술개발	33
제1절 서설	33
제2절 연구방법	34
1. 연구 방향	34
2. 다양한 저장기술의 적용	34
3. MAP 저장 기술	35
제3절 연구 결과	36
1. 저장방법 개발	36
2. MAP 저장기술 개발	48
제4절 결론: 저장 모델 설정	57
제4장 박피 가공후 포장전처리 기술	59
제1절 서설	59
제2절 포장전 침지기술	60
1. 연구방법	60
2. 침지약제 선발	61
3. 효과적인 침지처리 기술	66
제3절 오존수 침지처리 효과	70
1. 연구 방법	70
2. 박피더덕 침지처리 효과	71
3. 더덕 침출액의 오존수 처리	73
제4절 결론: 침지처리 효과의 종합평가	74

제5장 포장 및 유통 기술	77
제1절 서설	77
제2절 포장방법 및 유통온도 구명	78
1. 연구방법	78
2. 포장 방법 및 유통조건 확립	79
제3절 기능성 포장재 선발	85
1. 연구방법	85
2. 기능성 포장재 효과	86
제4절 결론	87
제6장 반가공 상품개발	89
제1절 서설: 상품 개발 과정	89
제2절 반가공품 상품화	90
1. 가공공정	90
2. 물리적 가공범위의 설정	90
3. 반가공 제품 모델	92
4. 결론	96
제7장 세척·박피 공정 개선	99
제1절 연구 목적 및 방법	99
1. 연구의 필요성	99
2. 기기 모델 도출 방법	99
제2절 세척·박피기 모델	100
1. 세척·박피기 구조 및 구성	100
2. 세척·박피 공정의 효과	100
3. 오존수 병행처리 효과	103
4. 박피효율 증대를 위한 개선안	104

제8장 종합고찰: 덕덕 상품화 최적화 모델	107
제1절 최적화 모델 검증 실험	107
1. 모델 도출 방법	107
2. 최적화 실증실험	107
제2절 최적화 모델링	111
1. 수확과 저장	111
2. 박피 및 반가공 공정	112
3. 포장 및 유통	112
참고문헌	115

제 1장 서론

제 1절 연구개발의 필요성

더덕은 주로 박피 후 양념처리를 거쳐 생으로 이용하거나 불에 살짝 구워 부식으로 이용해온 작물이지만 최근에는 자연식품과 건강식품을 선호하는 현대인의 요구에 부응하는 기능성 식품으로 소비시장의 확대가 기대되는 작물이다. 또한 더덕은 다른 약용작물에 비해 경제성이 높은 작물로서 재배 면적과 생산량이 증가추세를 보이고 있다(오 등, 1997). 그러나 더덕은 표피에 가로줄이 깊게 파여 있어서 가정에서 조리할 경우, 물 세척만으로는 충분한 세척효과가 나타나지 못하여 칼로 껍질을 벗겨야 하는 번거로움이 있다. 또한 박피시 점성물질이 분비되어 끈적거리므로 간편성을 추구하는 소비 기호에는 맞지 않는 식품이다.

따라서 소비자의 요구를 충족시킬 최소가공 편이식품이나 가공제품이 개발되지 못할 경우 소비위축에 따른 과잉생산이 우려된다. 더덕의 가공은 최소가공 형태인 박피가공이 대부분을 차지하고 있으며 음료 가공이 일부 시도되고 있다(오 등, 1997). 박피가공을 위해서는 연중 신선한 원료의 공급이 요구되는데 더덕의 경우, 3월에서 11월까지 장기간 수확이 가능하나 품질을 고려하여 주로 3~4월과 11월 중 2회 수확하는 것이 일반적이다. 따라서 고품질의 원료를 지속적으로 공급하기 위해서는 일괄 수확한 더덕의 장기저장이 필수적이다. 특히 겨울에는 제주도를 제외한 다른 재배지역의 땅이 얼기 때문에 수확이 불가능하여 12월에서 다음해 봄 수확기까지는 장기저장에 의한 가공원료의 확보가 필요하다.

한편 더덕의 주소비 형태인 박피 더덕은 가공 후 변패로 인한 급격한 품질 저하가 일어나므로 많은 유통손실이 발생한다. 즉, 가공 후 유통기한이 짧기 때문에 가공물량도 예정된 소비량에 한정될 수 밖에 없어서 효율적인 인력관리에도 어려움을 겪고 있다. 따라서 박피가공 더덕의 품질변화를 지연시키고 부패에 의한 손실을 방지하는 박피후 처리기술과 유통기간의 연장이 가능한 포장 및 유통기술 체계의 확립이 요구되고 있다.

현재 더덕의 저장, 최소가공 및 유통기술에 관한 연구자료는 전무한 실정으로, 본

연구가 더덕 저장기술 개발을 위한 최초의 시도로 볼 수 있다. 더덕과 성상이 유사한 인삼의 경우에는 modified atmosphere(MA) 및 controlled atmosphere(CA) 환경을 이용한 수삼의 저장 기술(김, 1997; 이와 김, 1979; Yun과 Lee, 1999) 및 저장 수삼의 유통, 가공 적성에 관한 연구(김 등, 1995; 손 등, 1998; Yun, 1998)가 진행되어 왔음에 비추어 더덕에 있어서도 수확 후 품질관리에 대한 최적화 모델 설정이 필요하다.

제 2절 연구개발의 목표 및 범위

1. 저장기술

가. 연구개발 목표 및 내용

더덕의 수확시기별 생리적 특성에 따른 적정 저장온도를 구명하고 CA 및 MA 효과를 검토하여 현장적용이 가능한 포장저장기술(MAP 저장)을 개발하고자 하였다. 저장 중 수분 탈취에 의한 중량 손실과 변패로 인한 손실의 경감 효과 조사와 함께 저장 후 박피더덕의 상품성에 미치는 영향을 조사하여 우수한 가공원료 확보를 장기저장 기술개발을 목적으로 하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 생더덕 저장 생리 연구
- 2) 수확시기별 적정 저장온도 범위 설정
- 3) 저장손실 발생률 15% 이하로 줄이기 위한 CA 및 MAP 저장기술 개발
- 4) 저장 프로그램 모델 설정

2. 최소가공 후 포장 전처리 기술

가. 연구개발 목표 및 내용

최소가공 더덕의 품질열화 특성을 조사하여 변색 및 변패를 방지하고 식품 안전성 향상을 위해 미생물 활성을 낮출 수 있는 처리기술 개발을 목표로 하였다. 포장 전처리 효과는 궁극적으로 가공 상품의 포장기술 및 유통환경의 효과와 복합적으로 나타나므로 본 연구는 유통온도별로 그 효과를 검증하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 효과적인 변색방지 처리 약제 선발
- 2) 침지수 온도와 침지시간의 적정 수준에 따른 처리기술
- 3) 오존수 처리에 의한 상품성 및 식품 안전성 향상

3. 포장 및 유통 기술

가. 연구개발 목표 및 내용

박피 가공 더덕의 포장재질과 포장방법에 따라 품질변화를 조사하여 효과적인 포장방법을 개발하고자 하였다. 아울러 포장 후 유통온도에 따른 더덕의 상품성과 포장상태 변화를 조사함으로써 최근 신선 식품의 유통시스템으로 구축되고 있는 저온 유통 체계 적용성을 검토하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 효과적인 포장재질 및 방법 비교 연구
- 2) 기능성 포장재 효과 검증
- 3) 유통온도 변화에 따른 상품성 예측
- 4) 상품성 90% 수준에서 유통기한 2주 이상을 위한 유통체계 모델링

4. 반가공 상품(pre-cook product) 개발

가. 연구개발 목표 및 내용

물리적 가공정도에 따른 상품성 및 식미를 조사하여 가공도를 결정하고 최소가공 후 조미액을 paste처리한 즉석구이용 반제품을 개발하여 4주 정도 유통 가능한 상품 개발을 목표로 하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 물리적 가공 한계 결정
- 2) 고추장 조미액 개발 및 paste 기술
- 3) 반가공 제품의 상품성 변화 및 식품 안전성 조사
- 4) 유통기한 4주

5. 세척·박피 공정 개선

가. 연구개발 목표 및 내용

최소가공 공정 최적화의 일환으로써 기존 박피기의 효과를 향상시킬 수 있는 세척·박피기기 모델을 제시하여 최소가공 공정의 기계화 가능성을 조사하였다.

나. 기술 개발의 범위

- 1) 박피 공정별 상품성 및 품질 조사
- 2) 박피 효율 80% 이상을 위한 공정화 검토

제 2장 연구 조사 방법

제 1절 관능에 의한 상품성

박피더덕의 관능 품질은, 색깔, 변패도 및 연화 정도를 기준으로 하여 육안 및 촉감으로 판정하는 상품지수와 맛으로 평가하는 식미 지수로 구분하여 조사하였다.

1. 상품지수(Marketability index)

박피 더덕의 상품성은 모의 유통과정을 거치면서 더덕의 육질 연화와 변색, 변패 정도에 따라 9점 채점법으로 조사하여 상품지수로 표현하였다(Table 1). 상품지수는 박피 직후의 품질을 9점, 9~7점은 우수, 6~4점은 변질은 진행되었으나 정도에 따라 상품으로써 가치는 인정되는 수준으로서 5점을 상품성 유무의 한계기준으로 정하였고, 3점 미만은 상품으로서의 평가가치는 전혀 없으나 변질 정도를 표현하기 위한 9점 채점법에 의거해 구분을 두었다.

또한 상품성의 수준은 박피 직후의 상품성 지수 9점을 기준으로 하여 지수 8.0은 90% 수준, 7.0은 80% 수준 등으로 표현함으로써 기술개발 목표인 품질 80%의 객관적인 평가가 용이하도록 하였다.

2. 식미지수 (Taste index)

관능검사에 의한 식미도는 조직감(texture)과 풍미(flavor)로 구분하여, 외관 상품성 평가와 마찬가지로 9점 채점법으로 평가하였다. 즉, 조직감이나 풍미가 우수하게 유지되면 9~7점, 다소 관능이 떨어지지만 상품가치가 최소한 인정되는 범위는 6~4점, 전혀 상품가치가 없는 경우는 3점 이하로 구분하였다. 경우에 따라서는 조직감, 풍미를 종합적으로 평가하여 식미지수로 나타내었다.

Table 1. Standard of quality evaluation of peeled lance Asia bell roots.

Quality and attributes	Score evaluation range ^z		
	1-3	4-6	7-9
Marketability index	Discolored and soft Not acceptable	Weak discoloration Moderate hardness	Excellent to good
Appearance (color)	Severe discoloration	A little browning	No browning to few brown spots
Firmness (by touch)	Tissue breakdown Severe softening	Slight softening	Firm
Taste index	Poor	Moderate	Excellent
Texture (mouth feel)	Very soft No crispness	A little crisp	Very crisp
Flavor	None to slight off-flavor	Weak Some off-flavour	Strong and good Little off-flavor

^zScore 5: limit of quality standard for consumers' acceptance.

제 2절 이화학적 품질

물리화학적 품질특성으로는 색도는 Hunter color로, 육질은 관통 경도를 측정하였고 실험에 따라서는 화학적 요인으로서 사포닌 함량을 측정하여 저장, 유통 중 성분 함량의 지표로 사용하였다.

1. 육질경도

더덕 조직의 경도는 껍질을 벗기고 물성분석기(Texture analyzer, Model TA-XT2, England)를 이용하여 측정하였다. 측정은 test speed 2mm/sec, prove diameter 2mm 및 strain 50% 조건에서 더덕 직경의 1/2 내부까지의 probe를 침투시킬 때 압축력의 변화를 분석한 후 평균값을 취하였다.

더덕 조직의 특성상 조직의 경화나 건조 등에 의해 측정값이 높게 측정되는 경우에는 수치가 높아도 품질이 좋은 것을 뜻하는 것만은 아니므로 수확시, 저장중 상태가 우수한 더덕의 조직경도를 기준으로 하여 그 변화를 해석함으로써 품질과 육질경

도의 상관성을 명확히 하였다.

2. 색도

표피의 색도는 색도색차계(Model H-CT, Suga Test Instrument Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 Hunter 'L', 'a', 'b' 값을 측정하였다. 더덕의 상품성 변화와 색도 측정치와의 관계는 수확시, 저장 2개월 및 저장 4개월 후 박피더덕의 'L', 'a', 'b' 값 변화를 기준으로 하였다(Table 2).

Hunter 'L' 값은 상품의 명도(밝기)를 의미하며 박피 후 변색이 심할수록 값이 낮게 나타나 'L' 값은 육안으로 판정하는 상품성 변화와의 관계가 비교적 뚜렷하여 상품성 변화의 지표로 활용할 수 있는 것으로 조사되었다. 이에 비해 녹색-적색도의 의미를 가지는 'a' 값과 청색-황색도를 뜻하는 'b' 값은 더덕의 색깔을 기준으로 육안으로 판단하는 상품성 변화와의 연관성이 명료하지 않은 것으로 나타났다. 다만 수확기에 비해 저장한 후나 가공 후 변질된 상품에서는 'a' 값이 낮아지거나 기준치 이상으로 증가하고 'b' 값은 상대적으로 증가하는 경향에 비추어, 저장, 최소가공 및 유통 실험에서 'L' 값의 감소, 'a' 값의 뚜렷한 감소나 증가, 'b' 값의 증가가 관찰되는 경우 상품성이 저하되는 것으로 추정하였다.

따라서 박피 더덕의 상품성을 Hunter 색도로써 판단할 때는 수확후 바로 가공한 더덕은 'L' 값 74.0~76.0, 'a' 값 -1.6~2.0, 'b' 값은 8.5~9.0의 값을 기준으로 하고, 2개월 혹은 4개월 저장한 더덕을 가공하여 색도를 측정할 때는 'L' 값 72.0~76.0, 'a' 값 -8.0~-11.0, 'b' 값은 8.0~9.5의 값을 기준값으로 적용하면 큰 무리가 없을 것으로 판단되었다.

Table 2. Standard of surface color of peeled lance Asia bell roots at harvest, and after two and four month storage at 0°C.

Time of standard color index	Surface Hunter color		
	'L'	'a'	'b'
At harvest	75.0±1.3	-1.8±1.6	8.9±0.6
Two months of storage	74.8±0.8	-10.5±0.7	8.9±0.3
Four months of storage	73.5±1.2	-8.8±0.7	8.6±0.4

3. 사포닌 함량

사포닌 함량은 1년차 연구에서는 조사사포닌(crude saponin) 함량을 조사하기 위해 뿌리에서 성분을 분획추출한 후 감압농축하여 무게를 측정하는 정량적인 방법으로 측정하였으나 측정치의 변이가 심하게 나타나 신뢰도가 낮은 것으로 평가되었다. 따라서 본 연구결과에 제시한 사포닌 함량은 2년차 분석 결과로서, 더덕에서 사포닌 분획을 추출하고 바닐린-황산 용액으로 발색시켜 분광광도법으로 흡광도를 측정하는 총사포닌(total saponin) 분석법을 사용하였다(김 등, 1991). 표준품으로는 인삼 사포닌의 주성분인 ginsenoside-Re (Sigma Co.)를 사용하였다.

4. 미생물 조사(microorganism activity)

미생물 활성은 세균군, 곰팡이 및 효모, 대장균군으로 구분하여 측정하였고 활성의 지표로 이용한 총균수는 세균, 효모, 곰팡이가 형성한 colony 수의 합계로부터 산출하였다.

대장균군은 수확 후 시료 또는 작업(실험) 중의 오염(위생)여부를 판단하는 기준으로, LB배지를 이용한 유무실험 및 deoxycholate agar 배지를 이용한 균수측정을 병행하였는데 본 연구에서 사용한 더덕에서는 대장균군에 대해 모두 음성으로 나타나 미생물 활성 조사 data에는 표시하지 않았다.

미생물 활성 분석시료는 더덕 뿌리의 부위별 편차를 줄이기 위해 더덕 뿌리 개체당 무게 기준 10배량의 멸균 생리식염수(saline solution)를 첨가하여 시료파쇄기(Techmart, Model LB-400G)로 파쇄, 현탁한 후 상징액을 이용하였다. 상징액은 적당한 배수(colony 수가 20-200개 기준)로 희석하여, 세균(일반세균)은 plate count agar(PCA) 배지, 37°C 조건에서 3일 배양, 곰팡이 및 효모는 potato dextrose agar(PDA) 배지, 30°C 조건에서 3일 배양 후 colony 수를 측정하였다.

측정된 colony 수는 다시 생체 시료 1g 당 colony 형성능으로 환산하여 표현하였다.

제 3절 손실 발생률 조사

1. 중량감소율

중량감소율은 저장, 유통중 손실지표의 하나로써 실험처리 직후의 무게와 조사시점의 무게 차이를 구하여 최초 무게(처리직후 무게)로 나누어 백분율로 표시하였다.

2. 비상품화율

더덕의 비상품화에 따른 손실 유형은 주로 저장기술의 적합도를 평가하는 기준으로 활용되는 지표로 대상으로 조사하였다.

조직 붕괴 및 위축에 의한 손실률은 뿌리의 상태에 따라 건전한 것과 피해증상을 보이는 더덕을 분리한 후 전체 더덕에 대한 피해증상 더덕의 비율로 조사하였다. 주로 세균성 연화로 추정되는 조직 붕괴(breakdown) 현상은 동해와는 다르게 전체 조직이 물러지는 뿌리를 대상으로 하였다. 표면 곰팡이 발생율과 뿌리의 발아율 역시 육안으로 판정하여 전체 시료에 대한 비율을 조사하였다.

한편 저장 실험에 있어서 동해피해율 조사의 경우, 뿌리의 절반 이상이 심한 갈변과 부분적인 수침 증상을 보이면 심함(severe), 뿌리의 일부분만 피해 증상을 보이는 것은 경미함(light)으로 구분하여 조사하여 동해 한계점을 설정하는 지표로 활용하였다.

제 4절 저장 및 유통 환경 조절

1. 가스 농도 조사

호흡속도 및 에틸렌 발생량 측정은 해당 가스 농도의 시간별 변화량을 GC(Model 600D, Young Lin Instrument Co., Ltd., Seoul, Korea)로 분석하였고, MA 저장 및 유통 중 포장 내 산소와 이산화탄소 농도는 산소/이산화탄소 분석기(oxygen/carbon dioxide analyzer, Model 6600, Illinois instruments Inc. USA)를 이용하여 측정하였다.

2. 유통 환경 조절

가. 박피 더덕의 유통을 위한 포장재

모든 실험에서 박피가공 더덕의 유통을 위해 사용한 일반 밀봉용 포장재는 18×23cm (W×L) 크기의 60 μ m PE 필름 zipper bag (지퍼백) 포장을 기본으로 하였다. 포장 내 더덕의 양은 10~12뿌리를 사용하였다.

한편, 포장재질 선발 실험에서 사용한 재질은 60 μ m PE 필름과 20 μ m ONY/40 μ m LDPE/30 μ m LLDPE으로 구성된 진공용 다층필름을 사용하였다.

나. 포장의 진공도

유통실험에 사용한 필름의 종류에 따라서는 유통 과정에서 진공이 풀리거나, 심할 경우 포장 안의 공기가 팽창하여 포장 전체가 부풀어 오르는 현상이 관찰되었다. 포장의 부풀 현상은 외관상 상품성을 떨어뜨리고 포장 내 상품의 배열이 흐트러지는 결과를 나타내므로 이에 대한 지표가 필요하다. 포장의 진공도는 완벽한 진공상태를 9점, 포장이 완전히 풀린 상태를 0점으로 하였고 상품주변으로만 일부 진공이 해제되는 시점을 5점으로 점수화하였다. 진공이 해제된 후 팽창이 진행될 경우에는 포장이 반쯤 부풀 상태를 -5점, 완전히 팽팽하게 부풀어오른 상태를 -9점으로 하였다.

제 3장 저장기술개발

제 1절 서설

더덕의 박피가공을 위해서는 연중 신선한 원료의 공급이 요구되는데 더덕은 3월에서 11월까지 장기간 수확은 가능하나 품질을 고려하여 주로 3~4월과 11월 중 2회 수확하는 것이 일반적이다. 따라서 고품질의 원료를 지속적으로 공급하기 위해서는 일괄 수확한 더덕의 장기저장이 필수적이다. 특히 겨울에는 제주도를 제외한 다른 재배지역의 땅이 얼기 때문에 수확이 불가능하여 12월에서 다음해 봄 수확기까지는 저장에 의한 가공원료의 확보가 필요하다.

더덕은 흙이 묻은 상태에서 수확, 저장하므로 저장고 내 상대습도가 높아지면 토양에서 유래된 미생물(특히 곰팡이, 세균)에 의한 변패 및 품질저하로 장기저장이 어렵다. 반면, 부패에 의한 손실을 방지하기 위해 저장 온도를 지나치게 낮게 설정하고 송풍량을 증대시키게 되면, 저장 중 수분 손실에 의한 건조 및 위축 증상이 심하고 동해에 의한 피해가 나타나기도 한다. 더덕 저장 가공업체의 경우 저장온도는 가을 더덕의 경우 $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$, 봄더덕은 다소 높게 설정한다고 알려져 있으나 정확한 온도범위가 설정되어 있지 않다. 따라서 박피가공업체에서는 박피 후 품질 변화가 적으면서 유통기간의 연장이 가능한 고품질의 저장 더덕을 필요로 하고 있다. 현재 더덕의 저장에 관한 연구자료는 전무한 실정으로 본 연구가 더덕 저장기술 개발을 위한 최초의 시도로 볼 수 있다.

한편 저장 중 산소나 이산화탄소 농도에 변화에 의한 CA나 MA 포장 저장에 관해서는 전혀 자료가 없어서 대부분 관행적으로 사용하는 30kg PP 포대를 사용하고 있는 실정이다. 단지 더덕과 성상이 유사한 인삼의 경우에는 modified atmosphere(MA) 및 controlled atmosphere(CA) 환경을 이용한 수삼의 저장 기술(김, 1997; 이와 김, 1979; Yun and Lee, 1999) 및 저장 수삼의 유통, 가공 적성에 관한 연구가 진행되어 왔다(김 등, 1995; 손 등, 1998; Yun, 1998).

본 연구에서는 더덕 수확시기별 더덕의 저장온도 및 포장방식이 저장기간 중 중량 및 품질 변화에 미치는 영향을 조사하였다. 동시에 저장 조건이 박피더덕의 유통 중

상품성에 미치는 영향을 조사하여 저장손실의 감소는 물론 최소가공에 적합한 저장 방식을 밝히고자 하였다.

제 2절 연구방법

1. 연구 방향

저장 기술 개발에 관한 연구는 1차년도에 1) 수확시기별 다양한 저장방법의 효과를 검토하였고 그 연구결과를 토대로 2차년도에는 2) MAP 저장기술 개발의 순으로 수행하였다. 1차년도에는 저장용 더덕의 수확시기별 생리 특성이 다르고 저장환경에 대한 반응이 다를 것으로 추정하여 가을 더덕과 봄더덕으로 구분하여 저장실험을 수행하였다.

2. 다양한 저장 기술의 적용

시료는 충주 교외에서 재배된 밭더덕을 가을에는 11월 27일, 봄에는 5월 27일에 수확하여 농가에서 선별 분류된 더덕을 이용하였다.

더덕의 저장은 관행저장 방식에 CA, MAP(modified atmosphere packaging) 저장 방식을 비교하여 현장 적용이 가능한 기술개발이 가능하도록 설계하였다. 일반 저온 저장의 경우에는 상용 저장고 방식을 적용한 내부 송풍방식의 소형 저온 chamber와 간접냉장 방식의 증발 코일 벽면 내장형 냉장고의 두 가지 저온 저장방식을 비교하여 상용저장고 내 적재방식과 온도분포의 차이를 simulation 하여 결과를 해석할 수 있도록 실험처리 하였다.

포장방법으로는 현행 사용되는 polypropylene(PP) 포대 저장을 대조구로 하여, 골판지상자 저장의 가능성 타진을 위한 종이봉투 포장, MA 포장저장의 기초자료를 위한 PE 필름 백 포장 방법 및 CA 저장 방식의 효과를 비교하였다. CA 저장은 완전 밀봉된 PE 필름 백 내에 적정 수준의 산소와 이산화탄소 혼합 가스를 주기적으로 흘려 보내는 방법으로 환경을 조성하였다.

3. MAP 저장 기술

시료는 강원도 횡성군 청일면에서 재배된 밭더덕을 11월 27일 수확하여 농가에서 선별 분류된 더덕을 이용하였다. 연구과정은 1) 소형 냉장 chamber를 이용한 모의저장실험을 통해 필름의 두께와 저장온도에 따른 효과를 조사하였고 2) 현장적용실험에서는 유사한 두께의 필름을 이용하되 밀봉방식을 달리하여 현장 적용성을 검토하는 2단계 실험으로 구성하였다.

가. 모의저장실험

저장온도 및 PE 필름 두께의 효과는 350-L 용량의 소형 저온 chamber를 이용한 모의실험을 통해 조사하였다. 온도 요인은 0℃와 -2℃ 처리를 두었고 포장방법 요인으로는 30, 60 μ m PE 필름 밀봉방식과 농가에서 사용하는 PP 포대 포장재질의 3개 처리를 두었고 각각의 재질을 이용한 40×48cm 크기 포장에 2kg씩 담아 저장하였다.

나. 현장적용실험

실용적인 MA 저장효과를 검증하기 위한 현장적용 실험은 50 μ m 두께의 대형 김장용 PE 필름백과 60 μ m 두께의 PE 필름 zipper bag(지퍼백)을 이용하여 0℃로 설정한 25평 상용저장고에서 수행하였으며 대조구로써 PP 포대 포장 방법을 추가하였다. 50 μ m PE 김장용 백을 이용한 MA 조건은 다시 밀봉 처리와 10×10cm 간격으로 바늘구멍을 뚫어주는 두 처리로 나누어 수행하였고 실제 저장 방식에 근접한 효과를 보기 위하여 30kg 단위로 포장하였다. 다만 지퍼백을 이용한 MA 저장은 실용성을 염두에 두고 시중에서 구입이 용이하고 제작 가능한 크기의 40×48cm PE 포장 백에 4kg 소포장 방식을 도입하였고 별도의 밀봉처리 없이 지퍼를 잠그는 것으로만 밀봉 처리하였다.

다. 저장 후 가공유통 적성 조사

저장 후 박피가공 더덕의 유통 중 상품성은, 칼로 껍질을 벗기고 수돗물에 1분간 침지처리한 후 60 μ m 지퍼백(18×23cm: W×L)에 포장하여 모의 유통과정을 거치면서 더덕의 육질 연화와 변색 정도에 따라 9점 채점법으로 조사하였다. 유통조건은 앞으로 일반화될 것으로 기대되는 저온유통체계를 염두에 두고 4℃ 냉장고에 보관하는 모의조건하에서 수행하였다.

제 3절 연구 결과

1. 저장 방법 개발

가. 더덕의 수확후 생리 특성

가을더덕은 수확후 호흡속도가 그다지 높지 않고 에틸렌 발생율이 극히 낮은 특성을 보여 장기저장의 가능성이 있는 데 비해 봄더덕은 가을 더덕에 비해 전체적인 품질이 떨어지는데다 호흡속도가 높아 장기저장은 곤란한 것으로 추정되었다(Table 1).

더덕의 동결점은 현재까지 밝혀진 바 없으나 저장실험 결과 가을 더덕은 $-2.0 \sim -2.5^{\circ}\text{C}$, 봄더덕은 $-1.0 \sim -1.5^{\circ}\text{C}$ 에서 동결하는 것으로 조사되었다. 동결점과 연관성이 있는 수분함량은 가을 더덕에서 오히려 높은데도 불구하고 동결점이 낮은 것은 수분함량 요인 외에 뿌리에 축적된 당함량이나 기타 구성성분이 가을더덕에서 높기 때문인 것으로 추정되었다.

Table 1. Physiological characteristics of fall- and spring-season lance Asia bell roots at harvest.

Harvest season	Water content (%)	Respiration rate ($\text{mg CO}_2 \text{ hr}^{-1} \text{ kg}^{-1}$)	Ethylene evolution ($\mu\text{l hr}^{-1} \text{ kg}^{-1}$)	Freezing point
Fall	20.5 a ^z	18.7 b	<0.01	$-2.0 \sim -2.5^{\circ}\text{C}$
Spring	17.0 b	43.8 a	<0.01	$-1.0 \sim -1.5^{\circ}\text{C}$

^zSignificance between fall- and spring-season roots by Student's t test at $P \leq 0.05$.

나. 저장 적온 구명

생더덕의 저장적온은 가을 더덕의 경우 동결점보다 높은 -2°C , 봄더덕은 0°C 로 알려져 있다. 본 실험 결과, 가을더덕을 $-2.5\sim-3.0^{\circ}\text{C}$ 에 저장했을 때와 봄더덕을 $-1.5\sim-2.5^{\circ}\text{C}$ 에 저장했을 때 동결 피해가 발생하였으며 동결 더덕은 이후 점진적인 온도상승 과정을 거쳐도 회복되지 못하고 상온에 노출되면 조직붕괴 현상을 나타내었다(Table 2). 한편 $-1.5\sim-2.0^{\circ}\text{C}$ 에 저장한 가을 더덕은 동해를 보이지 않았다. 실험 결과, 가을 더덕은 $-1\sim-2^{\circ}\text{C}$, 봄더덕은 $0\sim-1.0^{\circ}\text{C}$ 가 저장 적온으로 보이지만 현장에서 적용되는 30kg 마대포장으로 상용저장고에 적재할 경우 저장고 설정온도와 마대포장내 상품의 온도 차이가 심하게 나타나는 것으로 조사되었다. 특히 봄더덕의 경우, 포장 내부 더덕의 품온을 0°C 로 맞추기 위해서는 저장고내 온도를 보다 낮게 유지해야 하는데 이 경우 냉각기에서 나오는 찬 바람에 직접 노출된 더덕은 부분적인 동해를 받아 조직수침 현상 및 붕괴에 의한 비상품 더덕이 발생하는 것으로 추정되었다(Table 5, 6 참조). 반면, 상용 저장고의 경우 저장고내 대기온도를 0°C 로 설정하면, 30Kg 마대 포장 내부온도는 $2\sim3^{\circ}\text{C}$ 까지 높게 유지되며 이 경우 내부 더덕은 곰팡이 발생에 의해 상품가치가 떨어지므로 적재단위와 포장 방법에 관한 보완 연구가 필요한 것으로 나타났다.

Table 2. Occurrence of freezing injury of fall-season and spring-season lance Asia bell roots at near-freezing temperature.

Harvest season	Storage temperature	Freezing injury (%) ^z		
		Severe	Light	Total
Fall	$-2.5\sim-3.0^{\circ}\text{C}$	9.1	5.2	14.3
	$-1.5\sim-2.0^{\circ}\text{C}$	0.0	0.0	0.0
Spring	$-1.5\sim-2.5^{\circ}\text{C}$	34.0	36.4	70.4

^zThe injury was counted as 'severe' when more than half of the individual root showed tissue breakdown, while as 'light', when less than half of the individual root showed tissue breakdown.

다. 저장 방법별 손실률

저장 손실은 주로 수분손실에 의한 중량감소, 조직의 연화 및 심한 건조현상에 의해 발생하였다. 가을더덕 저장에서는 직접 송풍 냉장시스템에 저장한 종이 봉투 저장에서 중량 감소가 심하였고 설정온도가 낮은 경우에는 수분함량까지 유의한 수준으로 저하되면서 저장 4개월 후에는 50%까지 중량감소를 보였다. 이에 비해 간접 냉장 방식에의 PP 포대 저장은 낮은 감소율을 보였다(Table 3). 그러나 봄더덕 저장실험에서는 PP 포대 저장시에도 저장고 냉장시스템이 직접송풍식인 경우에는 높은 중량감소가 발생하였다(Table 4). 이러한 중량감소율의 차이는 포장재질에 따른 차이라기보다는 저장고 냉각 방식에 따라 나타난 차이로 해석된다. 즉, 직접 송풍식 상용저장고에서는 수분탈취가 심하여 높은 중량감소는 물론 표피 위축 증상을 보여 상품성 자체가 떨어지는 결과를 보였다. 특히 송풍기 내부부착형 소형 냉장 chamber의 경우 중량감소가 심하게 나타남을 알 수 있었다.

따라서 현재 일반적으로 사용되는 30kg 마대 포장 후 상용저장고 저장시 중량감소를 줄이기 위해서는 저장고 내 습도를 높게 유지할 수 있는 간접냉장방식을 사용하거나 기존 직냉식 시스템의 경우에는 기본적으로 Δt 를 낮출 수 있도록 냉장 시스템으로 개선되어야 할 것이며(Bartsch and Blanpied, 1984), pallet형 선반식 적재 방식을 도입하여 저장고 내 온도분포가 균일하게 해야 할 것이다. 가습기 사용은 습도 유지에는 효과적일 수 있으나 저장고 온도가 0℃ 이하로 떨어지면 물이 얼어 사용에 제한적이며 설정온도가 높을 때는 비산되는 수분의 입자가 크면 곰팡이 발생을 조장할 우려가 있다. 궁극적으로는 MAP 저장을 실용화 경우, 가습기의 사용이 불필요하므로 상용 저장고의 송풍시스템은 큰 문제를 일으키지 않을 것으로 나타났다.

Table 3. Water content and weight loss of fall-season lance Asia bell roots during storage.

Treatment ^z	Water content (%)		Weight loss (%)	
	Month 2	Month 4	Month 2	Month 4
0°C, DB, paper bag	79.7 bc ^y	78.2 a	17.4 b	40.1 b
-2.5°C, DB, paper bag	67.9 b	67.9 b	25.0 a	57.5 a
0°C, WMCC, woven PP bag	86.1 a	83.0 a	1.1 d	1.6 e
0°C, CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂	81.4 b	81.1 a	7.2 c	8.1 cd
0°C, CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂	82.5 ab	82.5 a	7.1 c	9.2 c
0°C, MA: 60μm PE film	83.1 ab	82.6 a	2.5 d	2.4 de

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, Wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40×48cm(W×L).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 4. Weight loss and shrivelling symptom of spring-season lance Asia bell roots during storage at 0°C as influenced by storage methods.

Treatment ^z	Weight loss (%)		Shrivelling (%)	
	Month 1	Month 2	Month 1	Month 2
DB, woven PP bag	12.1 a ^y	34.0 a	17.2 a	56.8 a
WMCC, woven PP bag	6.2 b	11.9 b	8.6 ab	12.1 b
CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂	0.9 c	4.3 c	3.3 b	1.8 b
CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂	1.3 c	2.8 c	6.6 ab	5.2 b
MA: 60μm PE film	0.2 c	0.4 c	0.3 b	4.4 b

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40×48cm(W×L).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

조직의 연화와 붕괴에 의한 비상품 발생율은 가을 더덕의 경우 저장 2개월까지는 CA와 MA에서 낮은 경향이었으나, 4개월 후에는 고농도 이산화탄소 CA와 MA저장에서 오히려 높게 나타났다(Table 5). 반면, 봄더덕은 저장 1개월 후 MA 저장에서 다소 높은 경우를 제외하고는 CA와 MA 저장이 발생율을 억제하는 경향을 보였다(Table

6). 과실과 채소 작물에 있어서 조직의 연화는 주로 펙틴분해효소에 의한 세포벽 분해 작용에서 기인하는 것으로 설명되는데, 인삼의 경우 뿌리에서는 펙틴 분해효소가 발견되지 않는 것으로 보아(손 등, 1998), 수삼의 연화는 조직내 세포벽 분해효소작용보다는 세균성 부패의 결과로 풀이된다. 본 연구에서도 저장더덕의 조직 연화 발생률과 곰팡이 발생률 등을 종합해 볼 때, 더덕의 조직 붕괴와 연화 현상은 곰팡이에 의한 것이라기보다는 세균성 원인이 크고 CA나 MA 환경은 연화를 유기하는 세균 활성을 감소시키는 것으로 추정되었다.

한편, 더덕의 표피에 발생하는 곰팡이는 육안에 의한 상품성의 저하를 초래하지만 세척시 모두 제거되어 박피 가공에는 큰 영향을 주지 않는 것으로 조사되었다. 일반적으로 CA나 MA 환경은 미생물의 활성 제어에 효과적인데(Watada, 1997, Watada and Qi, 1999) 본 연구에서는 CA나 MA 환경이 표피 곰팡이 발생률에 큰 효과를 보이지 않는 점으로 미루어(Tables 5, 6), CA나 MA 환경이 곰팡이 활성을 억제할 수 있는 수준까지는 도달하지 못한 것으로 해석할 수 있다. 수삼의 저장실험에서는(Yun and Lee, 1999), 30 μ m와 50 μ m PE 필름 MAP 저장시 오히려 곰팡이 발생이 심했고 100 μ m PE 필름 MAP 저장시에 감소하는 경향을 보인다고 하였다. 본 연구에서도 2개월 저장된 더덕의 경우를 보면 고이산화탄소 CA와 MA 저장에서 미생물 활성이 높게 조사되었는데(Table 9) 이는 밀폐된 공간에서의 높은 상대 습도에서 기인하는 것으로 보인다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 1년차 저장방식 구명 연구에서 적용한 CA 조성이나 MAP 저장은 곰팡이 활성을 억제할 수 있을 정도에는 미치지 못한 것으로 보인다. 곰팡이 활성을 제어할 수 있을 정도의 CA나 MA 환경 조성 수준은 2년차 MAP저장 연구에서 나타났듯이(제 2항 MAP 저장기술개발 참조) 매우 낮은 산소농도와 상대적으로 높은 이산화탄소 농도조건이 필요한 것으로 풀이된다.

저장방법별 손실률 조사 연구 결과, CA나 MAP 저장이 조직의 연화현상이나 곰팡이 발생에 충분한 효과를 보이지는 않았으나 중량감소율과 위축증상 억제에 뚜렷한 효과를 보임으로써 가을더덕의 경우 저장 2개월까지는 CA 저장(2-3% O₂ + 9-12% CO₂)이 효과적이며 4개월 이상 장기 저장을 위해서는 MA 저장 방식이 보다 효과적인 것으로 판단되었다. 봄더덕 역시 CA 저장과 MA 저장이 전체적인 손실감소에 효과적인 것으로 나타났다.

Table 5. Tissue breakdown loss and surface mold infection of fall-season lance Asia bell roots after two and four month storage.

Treatment ^z	Breakdown Loss (%) ^y		Surface mold occurrence ^x	
	Month 2	Month 4	Month 2	Month 4
0°C, DB, paper bag	0.3	1.1 b ^w	30.6 b	29.0 d
-2.5°C, DB, paper bag	4.3	0.0 b	27.8 bc	0.0 e
0°C, WMCC, woven PP bag	2.3	0.9 b	75.2 a	56.7 b
0°C, CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂	1.2	0.0 b	34.3 b	83.6 a
0°C, CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂	0.0	13.0 a	5.7 c	78.5 a
0°C, MA: 60µm PE film	0.9	8.4 a	40.2 b	42.0 c

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40×48cm(W×L).

^yTissue breakdown and soft roots, unmarketable.

^xStill marketable when washed.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P*=0.05.

Table 6. Tissue breakdown loss and surface mold infection of spring-season lance Asia bell roots after one and two month storage at 0°C as influenced by storage methods.

Treatment ^z	Breakdown Loss (%) ^y		Surface mold occurrence ^x	
	Month 1	Month 2	Month 1	Month 2
DB, woven PP bag	2.9 b ^w	14.2 a	1.4 a	1.5
WMCC, woven PP bag	17.3 a	10.1 a	0.0 b	2.1
CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂	6.0 b	9.6 ab	1.0 a	3.6
CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂	5.1 b	7.1 b	0.0 b	1.4
MA: 60µm PE film	10.0 ab	6.8 b	0.7 ab	1.8

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40×48cm(W×L).

^yTissue breakdown and soft roots, unmarketable.

^xStill marketable when washed.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test at *P*=0.05.

라. 이화학적 품질요인의 변화

물성분석기로 측정된 육질조직의 경도는 대체로 CA와 MA 저장에서 높은 경향이었다(Table 7). 일반 저온저장에서도, 종이봉투 포장 후 0℃ 2개월 저장, 종이봉투 포장 후 -2.5℃ 4개월 저장한 가을더덕과 PP 포대 포장 후 0℃ 2개월 저장한 봄더덕은 육질 경도가 높은 것으로 나타났다. 이처럼 다양한 육질 경도의 경향은 적정 저장조건하에서의 생화학적 연화현상에 의한 변화 요인 이외에도 건조나 지나치게 낮은 저온에서 스트레스 기작에 의해 섬유질이 많아지고 조직이 오히려 질겨지는 경화현상 등이 관여하기 때문인 것으로 풀이된다(Haard 등, 1974).

조직의 경도는 조직감과 밀접한 연관이 있으며 경도가 높게 유지되는 것은 바람직한 현상이지만 조직이 질겨지면서 경도가 증가하는 것은 아삭아삭한 맛이 감소하는 등 역효과를 초래할 수 있으므로 물성분석기로 측정된 경도수치를 바로 품질과 연관시키는 것은 무리가 있는 것으로 판단되었다. 이후 더덕이나 수삼의 조직감 관련 품질특성은 조직투과 경도, 구부렸을 때 부러지는 탄성 및 섬유질의 함량을 나타내는 인장력 등을 종합적으로 측정하여 그 연관성을 밝혀야 할 것으로 보인다.

Table 7. Changes in flesh firmness of fall- and spring-season lance Asia bell roots during storage.

Treatment ^z	Fall-season		Spring-season	
	Month 2	Month 4	Month 1	Month 2
0℃, DB, paper bag	1,014 ab ^y	867 c	-	-
-2.5℃, DB, paper bag	870 c	1,111 ab	-	-
0℃, DB, woven PP bag	-	-	781 ab	905 a
0℃, WMCC, woven PP bag	973 bc	991 bc	636 b	690 b
0℃, CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂	1,179 a	1,186 a	855 a	730 ab
0℃, CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂	1,087 a	1,181 a	829 a	690 b
0℃, MA: 60μm PE film	1,156 a	1,074 ab	770 ab	821 ab

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40×48cm(W×L).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

저장 후 껍질을 벗겨서 조사한 색도 역시 저장방법에 따라 다르게 나타났으나 Hunter 'a', 'b' 값의 경우 일관된 경향을 보이지 않고 육안에 의한 변색도와 상관이 뚜렷하지 않았다(제 2장, 연구방법 참조). 'L' 값은 2개월 저장 가을더덕에서 CA 저장 더덕이 다소 높게 나타났을 뿐, 대체적으로 박피 직후에는 큰 차이가 없었다(Table 8).

Table 8. Surface Hunter 'L' value of peeled fall- and spring-season lance Asia bell roots immediately after storage.

Treatment ^z	Fall-season		Spring-season	
	Month 2	Month 4	Month 1	Month 2
0°C, DB, paper bags	79.7 ab ^y	78.6	-	-
-2.5°C, DB, paper bags	76.8 b	76.4	-	-
0°C, DB, woven PP bag	-	-	78.6	82.7 a
0°C, WMCC, woven PP bag	79.0 ab	74.4	79.4	81.7 ab
0°C, CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂	81.2 a	78.1	79.4	81.7 ab
0°C, CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂	83.0 a	76.6	81.1	80.9 ab
0°C, MA: 60µm PE film	75.4 b	71.7	76.2	80.1 b

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount cooling coil system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40×48cm(W×L).

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

마. 저장방법별 품질과 미생물 활성

저장 더덕의 미생물 수는 수확시기에 따라 큰 차이를 보여 가을더덕에서 높았고 (Table 9), 저장 방법간에는 봄더덕의 경우 고이산화탄소 CA와 MA 저장에서 높은 농도를 보였다. 이러한 차이는 수확시기 자체보다도 재배 토양 관리의 차이와 CA 환경과 MA 포장내 이산화탄소에 의한 혐기성균의 번식이나 높은 상대습도에서 비롯된 것

으로 추정되므로 수확전 수확전 요인으로서는 더덕의 재배환경, 수확후 요인으로서 는 적정 CA나 MA 수준에 대한 조사가 필요할 것으로 보인다(제 2항 MAP 저장기술개발 참조).

Table 9. Changes in microorganism activities during storage of lance Asia bell roots.

Season	Treatment ^z	At harvest	Month 1	Month 2	Month 4
Fall	1°C, DB, paper bags	>10 ⁵	>10 ⁵	-	>10 ⁶
	-2.5°C, DB, paper bags		>10 ⁵	-	>10 ⁵
	0°C, WMCC, woven PP bag		>10 ⁵	-	>10 ⁶
	0°C, CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂		>10 ⁵	-	>10 ⁵
	0°C, CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂		>10 ⁵	-	>10 ⁵
	0°C, MA: 60 μ m PE film		>10 ⁵	-	>10 ⁵
Spring	0°C, DB, woven PP bag	1.5 \times 10 ³	3.7 \times 10 ³	2.7 \times 10 ³	-
	0°C, WMCC, woven PP bag		1.1 \times 10 ³	6.7 \times 10 ³	-
	0°C, CA: 2-3% O ₂ + 2-3% CO ₂		0.7 \times 10 ³	3.3 \times 10 ³	-
	0°C, CA: 2-3% O ₂ + 9-12% CO ₂		4.6 \times 10 ³	10.9 \times 10 ³	-
	0°C, MA: 60 μ m PE film		1.8 \times 10 ³	73.6 \times 10 ³	-

^zDB, direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag, 40 \times 48cm(W \times L).

바. 저장방법별 저장 후 박피 가공시 상품성

박피 직후에는 저장 처리별 선택에 한 상품성지수의 차이를 확인하기 어려웠으나 (Table 8), 박피가공하여 7일 유통 후 상품성은 CA 저장 및 MA 저장 더덕이 우수한 경향을 보였다(Fig. 1, 2, 3). 간접 냉장식 0°C 저장 더덕은 유통중 상품성 저하가 심하게 나타났는데 그 이유는 다른 저장방법의 더덕에 비해 갈변효소 활성이 비교적 높게 유지되었기 때문으로 추정되었다. 이에 비해, 종이봉투에 넣어 -2.5°C에 저장 한 가을 더덕의 박피후 심한 상품성 저하는 동결 피해에 의한 조직의 변색으로 보였다.

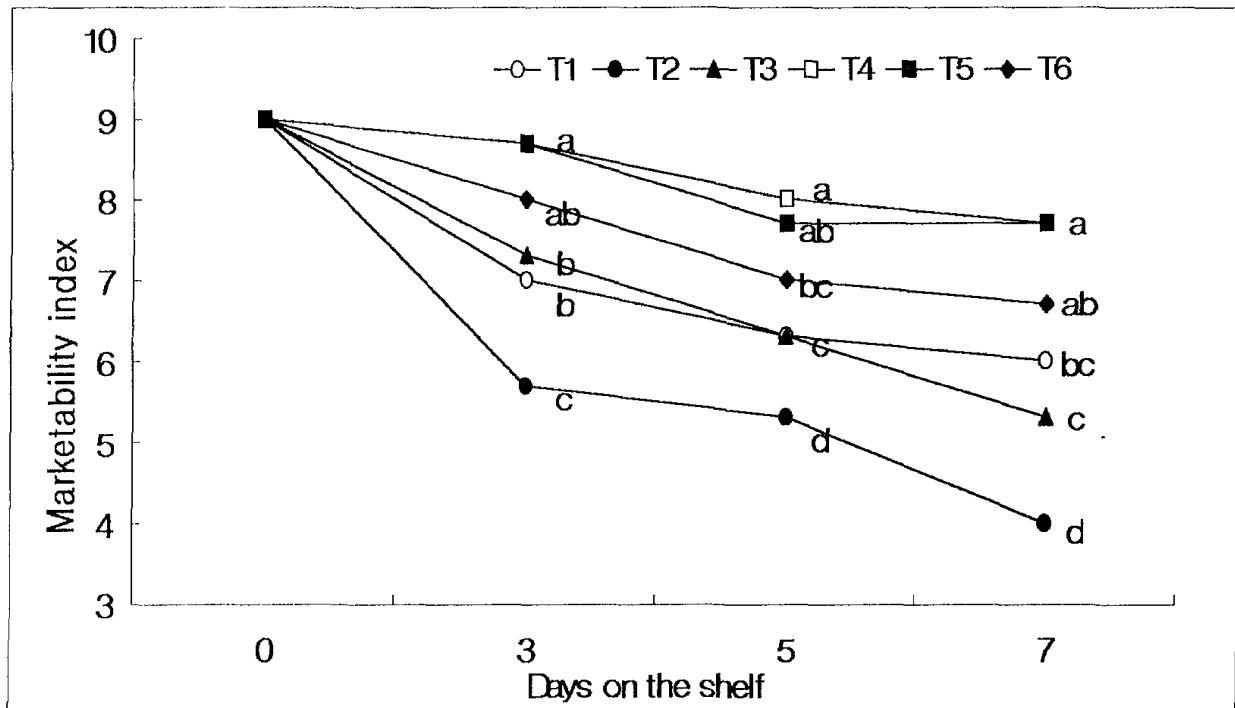


Fig. 1. Changes in marketability index of peeled fall-season lance Asia bell roots during simulated marketing at 7°C after four month storage under various conditions.

Letters on the figure indicate mean separation by days, Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

T1: 0°C, DB, in paper bag,

T2: -2.5°C, DB, in paper bag,

T3: 0°C, WMCC, in woven PP bag,

T4: 0°C, CA (2-3% O₂ + 2-3% CO₂),

T5: 0°C, CA (2-3% O₂ + 9-12% CO₂),

T6: 0°C, MA (60µm PE film)

Where, DB indicates direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag.

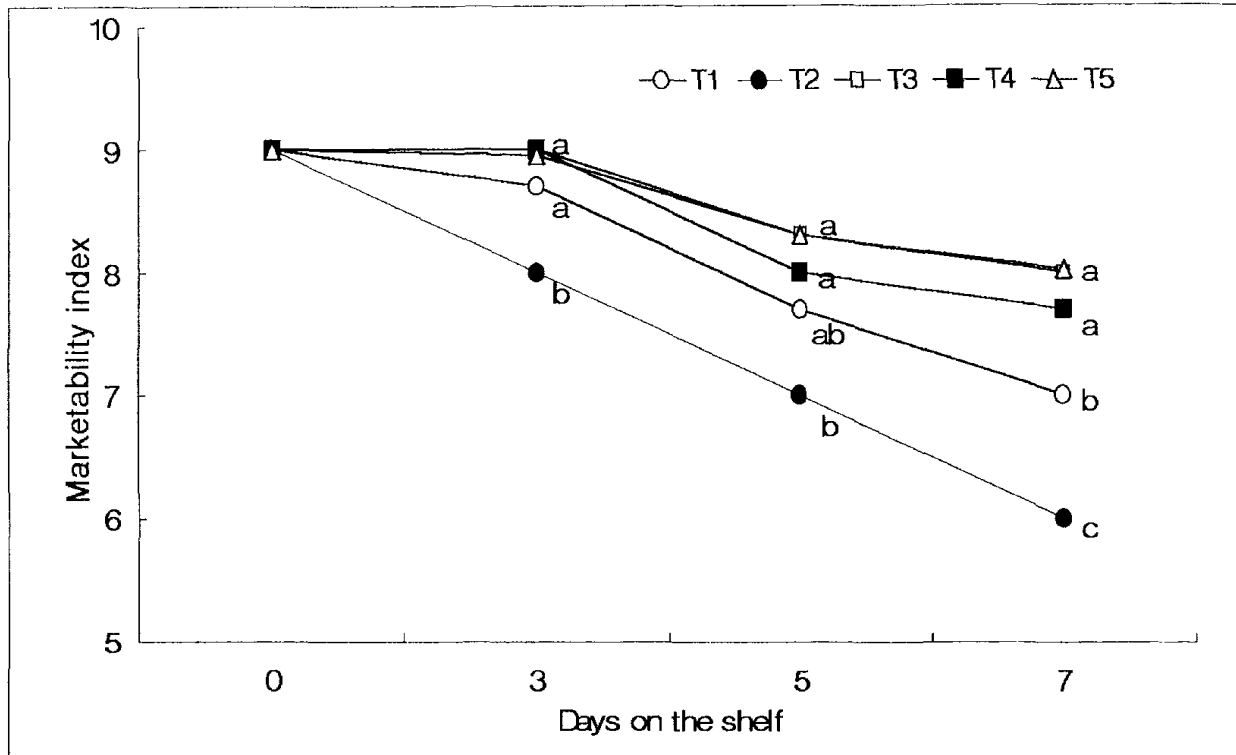


Fig. 2. Changes in marketability index of peeled spring-season lance Asia bell roots on the shelf at 7°C after one month storage at 0°C under various conditions.

Letters on the figure indicate mean separation by days, Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

T1: cold, DB in woven PP,

T2: cold, WMCC woven PP,

T3: CA (2-3% O₂ + 2-3% CO₂),

T4: CA (2-3% O₂ + 9-12% CO₂),

T5: MA (60μm PE film).

Where, DB indicates direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag.

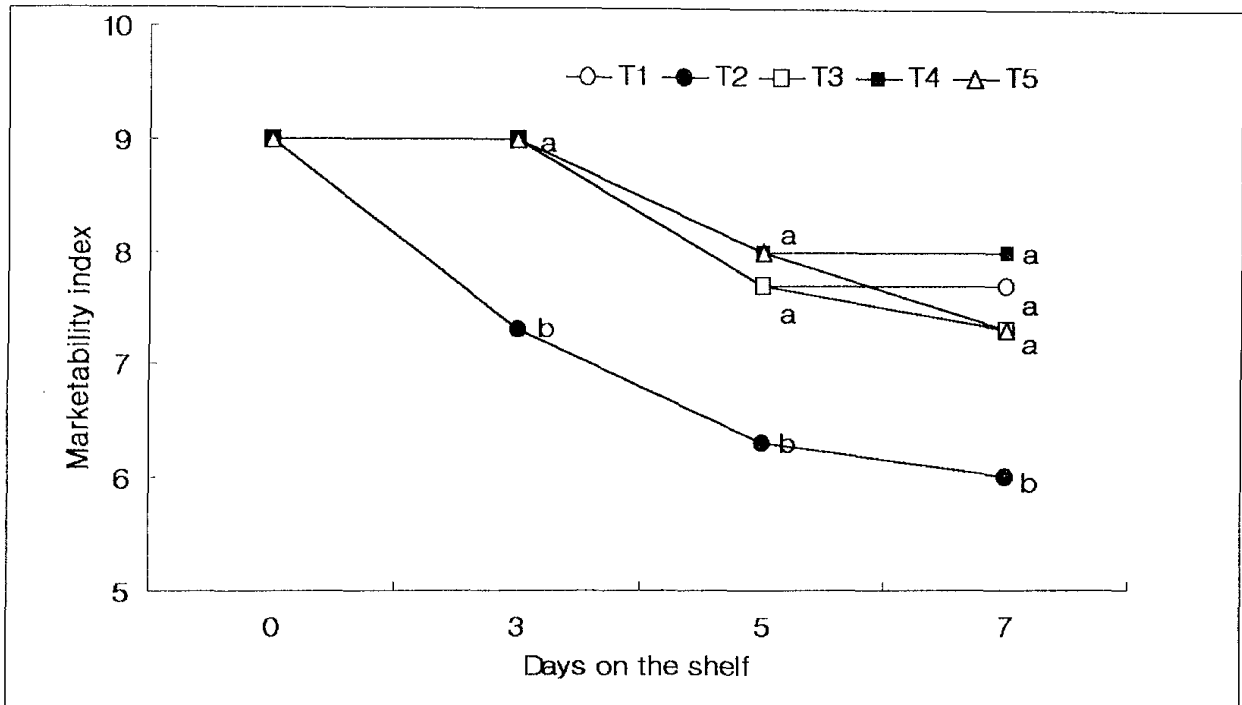


Fig. 3. Changes in marketability index of peeled spring-season lance Asia bell roots on the shelf at 7°C after two month storage at 0°C under various conditions.

Letters on the figure indicate mean separation by days, Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

T1: cold, DB in woven PP,

T2: cold, WMCC woven PP,

T3: CA (2-3% O₂ + 2-3% CO₂),

T4: CA (2-3% O₂ + 9-12% CO₂),

T5: MA (60μm PE film).

Where, DB indicates direct blower cold chamber system; WMCC, wall-mount coil cooler system; woven PP, woven polypropylene strap bag.

2. MAP 저장기술 개발

가. 수확 직후의 품질 및 가공 특성

수확 직후의 더덕은 박피가공할 경우 저온유통을 하여도 비교적 빠른 속도로 상품성이 저하되어 일주일 이후에는 상품성을 잃는 것으로 조사되었다(Table 10).

Table 10. Flesh firmness at harvest and quality changes of peeled roots during simulated marketing of fall-season lance Asia bell.

Flesh firmness ^z	Marketability index ^y			
	Day 3	Day 7	Day 10	Day 15
754.6 ± 59.9	7.8	5.0	4.0	4.0

^zg force/2mm ϕ .

^yRoots were peeled, dipped in tap water for one minute, packaged in 60 μ m PE film zipper bags, and put on the shelf at 4°C.

나. 모의 저장실험

저장 온도와 포장방식은 대부분의 품질 변화에 유의적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(Table 11). 중량감소에 미치는 저장온도와 포장방법의 효과는 고도의 유의성이 있었고 두 요인의 상호작용 효과도 유의성을 보였는데 이러한 효과는 주로 PP 포대 포장한 더덕의 높은 중량감소에서 기인한 것으로 보인다. 모의저장실험 결과 저장온도가 낮을 때 오히려 중량감소가 높게 나타났는데 이는 저장실의 온도를 낮출 때, 수분탈취에 의한 상대습도 저하에서 기인되며(Bartsch and Blanpied, 1984), 본 연구에서처럼 소형 저장 chamber를 사용할 때 특히 그 정도가 심한 것으로 나타났다. 대체 포장 재질인 30 μ m나 60 μ m PE 필름포장 처리간에는 큰 차이가 없었다.

표면 곰팡이 발생의 경우, 저장 2개월까지는 온도의 영향만 유의성을 보였고 저장 4개월에는 두 요인 모두 유의적인 처리 효과를 보였다. 저장 2개월 후에 비해 4개월 후 곰팡이 발생률이 오히려 저하되는 현상은 생강 저장 실험에서도 관찰된 바 있는데(정 등, 1999), 장기간 저온에 의한 곰팡이의 활성의 감소 혹은 더덕의 수분함량

감소에 의해 곰팡이의 번식이 억제되었기 때문인 것으로 추정된다. 일반적으로 MA 혹은 CA 환경은 최소가공식품의 미생물 번식을 억제하는 효과가 있으며(Watada, 1997), 인삼의 경우 50 μ m 두께 이상의 PE 필름 MA저장에 의한 미생물 증식 억제효과가 보고된 것과는(Yun and Lee, 1999) 대조적으로, 본 연구에서는 PE 필름 포장에서 오히려 높은 곰팡이 발생을 보였는데 이는 MA 조성이 미생물 억제에 충분하지 못했거나 MA 환경내 높은 상대 습도 때문인 것으로 풀이되었다. 건조에 의한 표면 위축 증상은 중량감소와 유사한 경향으로 중량감소가 심하게 나타났던 PE 포대 포장 더덕에서 온도의 효과가 뚜렷이 나타났고 PE 필름 포장의 경우 온도에 따른 위축증상의 차이는 유의성이 없었다. PP 포대에 포장하여 -2 $^{\circ}$ C에 저장한 더덕은 4개월 후 위축 증상에 의한 상품성의 손실이 60% 이상 발생하였다.

Table 11. Weight loss and quality deterioration of fall-season lance Asia bell roots after two and four months of simulated storage as influenced by temperature and packaging materials.

Storage		Weight loss(%)		Surface mold infection (%)		Dry and shrinkage (%)	
Temp.	Packaging ^z	Month 2	Month 4	Month 2	Month 4	Month 2	Month 4
0 $^{\circ}$ C	60 μ m PE	0.6 c ^y	1.1 c	41.8 bc	33.2 ab	7.6 b	6.2 c
	30 μ m PE	1.1 c	2.7 c	70.1 a	58.2 a	2.2 b	7.2 c
	Woven PP	3.7 b	8.2 b	60.4 ab	4.2 b	8.9 b	25.4 b
-2 $^{\circ}$ C	60 μ m PE	1.2 c	1.1 c	32.2 cd	1.4 b	4.4 b	0.5 c
	30 μ m PE	1.6 c	2.2 c	19.3 cd	7.8 b	1.4 b	3.2 c
	Woven PP	13.9 a	19.0 a	9.3 d	4.0 b	39.5 a	64.2 a

Source of variaton

Temperature (T)	**	**	**	**	*	**
Packaging (P)	**	**	NS	*	**	**
T×P	**	**	*	NS	**	**

^z2kg in each package of 40×48cm(W×L) size bags. 60 μ m and 30 μ m PE film bags were tightly sealed. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at P≤0.05, or at P≤0.01, respectively.

맹아현상은 저장 2개월까지는 관찰되지 않았으나 저장 4개월 후에는 온도와 포장 방식에 따라 큰 차이의 맹아현상이 관찰되었다(Table 12). 0℃ 저장 더덕은 30μm PE 필름 포장 처리에서 46%, 60μm 포장시 62%의 높은 맹아율을 보인 반면, PP 포대 포장처리에서는 맹아 현상이 관찰되지 않았다. -2℃ 저장은 맹아현상을 크게 억제하여 60μm PE 필름포장의 경우에도 1.4%의 낮은 맹아율을 보였다. 그러나 30μm 필름포장은 -2℃에서도 16%의 비교적 높은 맹아율을 보임으로써 온도 효과 외에 포장 재질에 따른 효과가 복합적으로 작용하는 것으로 풀이되었다. 이러한 효과는 현장 적용실험에서 보여지듯(Table 15 참조) 포장 내 형성된 MA 환경에 의한 것으로 해석되었다(Kader, 1986). 현장 적용실험 결과와 비교할 때, 0℃ 저장 60μm PE 포장처리에서 관찰된 높은 맹아율은 불완전한 밀봉 때문인 것으로 추정되었다.

저장기간 중 더덕 조직의 경도는 수확시기와 비교할 때 오히려 증가하는 추세를 보였으며 요인별 처리의 효과는 일관성이 없었다(Table 10, 12 비교).

Table 12. Sprouting and flesh firmness of fall-season lance Asia bell roots after two and four months of simulated storage as influenced by temperature and packaging materials.

Storage		Sprouting (%) (Month 4)	Flesh firmness	
Temp.	Packaging ^z		Month 2	Month 4
0℃	60μm PE	62.0 a ^y	649 b	855 b
	30μm PE	45.6 a	1,045 a	856 b
	Woven PP	0.0 b	821 b	1,078 a
-2℃	60μm PE	1.4 b	809 b	858 b
	30μm PE	16.4 b	837 b	906 ab
	Woven PP	0.0 b	859 ab	905 ab
Source of variaton				
Temperature (T)		**	NS	NS
Packaging (P)		**	*	NS
T×P		**	*	NS

^z2kg in each package of 40×48cm(W×L) size bags. 60μm and 30μm PE film bags were tightly sealed. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at P≤0.05, or at P≤0.01, respectively.

더덕의 저장 중에 나타나는 경도의 증가는 1년차 저장실험과 인삼 MA 저장에서도 관찰되었듯이(Yun and Lee, 1999), 섬유소 합성에 의한 조직경화(Haard 등, 1974) 및 수분탈취에 의한 건조현상에서 기인하는 것으로 풀이된다.

저장후 박피한 더덕의 유통중 상품성은 저장 2개월 후에는 수확 직후 더덕과 유사 하였으나 저장 4개월 후에는 수확 직후에 비해 우수한 것으로 나타났는데(Table 13), 이러한 유통 중 상품성 증대 효과는 갈변을 유기하는 물질과 효소 활성의 감소 및 조직의 경화에 의한 상승효과로 풀이된다.

더덕의 성분 함량의 하나인 사포닌은 PP 포대 저장에 비해 MA 저장 더덕에서 높게 나타나(Table 14) MA 저장시 다른 성분들의 변화도 억제될 것이라는 유추가 가능하였다.

Table 13. Changes in marketability index of peeled fall-season lance Asia bell roots after two and four months of simulated storage as influenced by temperature and packaging materials.

Storage		Two month storage				Four month storage			
Temp.	Packaging ^z	3	7	10	15	3	7	10	15
		(days on the shelf) ^y				(days on the shelf)			
0°C	60 μ m PE	7.0 b ^x	5.0	4.0 c	3.3 b	9.0	8.0 a	8.0 a	7.5 a
	30 μ m PE	7.0 b	5.0	4.7 ab	4.2 a	9.0	6.3 c	5.8 c	5.8 b
	Woven PP	6.7 b	5.0	4.0 c	4.0 ab	9.0	7.0 b	7.0 b	6.8 a
-2°C	60 μ m PE	8.0 a	5.0	5.0 a	4.5 a	9.0	8.0 a	8.0 a	7.5 a
	30 μ m PE	6.7 b	5.0	4.3 bc	3.8 ab	9.0	8.0 a	7.5 ab	7.3 a
	Woven PP	7.0 b	5.0	5.0 a	4.2 a	9.0	7.5 ab	7.5 ab	6.5 ab
Source of variaton									
Temperature (T)		NS	NS	**	NS	**	**	**	NS
Packaging (P)		**	NS	NS	NS	**	**	**	*
T×P		*	NS	**	*	**	**	**	*

^z2kg in each package of 40×48cm(W×L) size bags. 60 μ m and 30 μ m PE film bags were tightly sealed. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yRoots were peeled, dipped in tap water for one minute, packaged in 60 μ m PE zipper bags, and put on the shelf at 4°C.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test, $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P\leq 0.05$, or at $P\leq 0.01$, respectively.

Table 14. Saponin content as influenced by storage temperature and packaging method after four month storage of fall-season lance Asia bell roots.

Storage treatment		Optical density	Ratio to harvest
Temp.	Packaging ^z		
At harvest		0.80	1.00
0°C	60 μ m PE	0.53 a ^y	0.66
	30 μ m PE	0.53 a	0.66
	Woven PP	0.47 ab	0.59
-2°C	60 μ m PE	0.44 ab	0.55
	30 μ m PE	0.44 ab	0.55
	Woven PP	0.39 b	0.49
Source of variation			
Temperature (T)		*	-
Packaging (P)		NS	-
T×P		NS	-

^z2kg in each package of 40×48cm(W×L) size bags. 60 μ m and 30 μ m PE film bags were tightly sealed. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P\leq 0.05$, or at $P\leq 0.01$, respectively.

다. 현장 적용실험

0°C 상용저장고에서 4개월 후 측정된 MA 포장내 산소와 이산화탄소의 농도는 처리 별로 큰 차이를 보였다(Table 15). 50 μ m 김장용 PE 필름 백 완전 밀봉시 산소 농도 0.2%에 비해 바늘구멍을 뚫어준 경우와 일반 지퍼백은 13%와 15%의 높은 수준을 보였다. 이산화탄소는 각각 17.7%, 3.1% 및 4.7%를 보였는데 이러한 농도는, 단감의 PE 필름을 이용한 MA 저장실험에서 MA 포장처리 후 짧은 시간 안에 평형수준에 도달한다는 결과에 비추어 볼 때(이 등, 1999; 이와 양, 1997), 더덕의 경우에도 저온저장 대부분의 기간에 걸쳐 측정 당시의 수준이 유지되었을 것으로 추정되었다.

중량감소율과 곰팡이 발생률은 관행의 포대포장 처리를 제외한 모든 필름 MA 포장

처리에 의해 낮아진 반면(Table 15), 특히 4개월 장기 저장시 포장 단위가 작은 지퍼백 포장은 가장 낮은 표면 곰팡이 발생률을 보였다. 이러한 결과는 포장단위를 작게 함으로써 포장 내 더덕이 저온환경에 효과적으로 노출되었고 상용 지퍼백의 제작 특성상 완전 밀봉이 어렵기 때문에 상대습도가 적정수준을 유지하였기 때문인 것으로 판단되었다

Table 15. Gas concentrations inside package, weight loss, and surface mold infection of fall-season lance Asia bell roots after two and four months in commercial storage at 0°C as influenced by packaging methods.

Packaging ^z	Gas concentration (after 4 months)		Weight loss (%)		Surface mold infection (%)	
	O ₂	CO ₂	Month 2	Month 4	Month 2	Month 4
	50 μm PE: tight sealing	0.2±0.2	17.7±1.5	0.4 b ^y	0.5 b	6.1 b
50 μm PE: with needle holes	13.3±0.6	3.1±0.3	0.4 b	0.2 b	3.6 b	4.6 bc
60 μm PE: zipper bag	14.9±0.1	4.7±0.5	0.4 b	0.8 b	7.8 b	3.1 c
Woven PP	20.9	0.0	1.2 a	3.7 a	26.6 a	24.3 a

^z30kg in each packaging unit except 60μm PE zipper bags containing 4kg unit. Needle holes were made on the 10×10cm area base. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

한편, 맹아율은 통기가 원활하게 이루어진 바늘구멍 처리와 지퍼백 포장처리에서 오히려 촉진되는 결과를 보였는데(Table 16) 이는 포장내 대기 환경이 생리적 활성에 영향을 미치지 않는 수준을 유지했기 때문으로 보인다.

육질 경도는 저장 2개월 경과시 50μm PE 필름 완전 밀봉처리에서 높았고 4개월 후에는 PP 포대 포장처리에서 높게 나타났으며 모의저장 실험에서와 마찬가지로 지퍼백 포장을 제외한 모든 처리에서 저장 중 증가하는 경향을 보였다. 한편 조직 붕괴

현상은 저장 2개월까지는 바늘구멍 처리 PE 필름포장 처리구에서 4.6%를 보였을 뿐 다른 처리에서는 극히 낮은 수준이었으나 저장 4개월 후에는 오히려 PP 포대포장 처리구에서 66%의 더덕이 조직 붕괴에 의한 손실을 보였다. 포대포장 처리구에서 관찰된 높은 연화성 조직붕괴는 곰팡이 증식에 의한 조직의 붕괴라기보다는 수삼의 저장 중 관찰되는 세균에 의한 조직의 연화현상이(손 등, 1998) 주된 원인으로 추정되었다.

Table 16. Sprouting, flesh firmness, and tissue integrity of fall-season lance Asia bell roots after two and four months in commercial storage at 0°C as influenced by packaging methods.

Packaging ^z	Sprouting (%) (Month 4)	Flesh firmness		Tissue breakdown (%)	
		Month 2	Month 4	Month 2	Month 4
50 μ m PE: tight sealing	0.0 b ^y	878.8 a	819.5 ab	1.4 b	4.6 b
50 μ m PE: with needle holes	55.6 a	840.5 ab	847.3 ab	4.1 a	1.4 b
60 μ m PE: zipper bag	39.3 a	754.8 b	720.2 b	0.3 b	4.3 b
Woven PP	0.0 b	817.3 ab	888.3 a	0.5 b	65.9 a

^z30kg in each packaging unit except 60 μ m PE zipper bags containing 4kg unit. Needle holes were made on the 10×10cm area base. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

저장 후 박피가공 더덕의 유통 중 상품성은 모든 처리에서 수확시에 비해 저장기간이 길수록 향상되는 경향이였다(Tables 10, 17). 2개월 저장 후에는 50 μ m 필름 밀봉과 포대 포장이 우수하였으나 4개월 후에는 지퍼백 포장과 포대 포장 더덕이 높게 유지되었다. 한편, 4개월 저장한 50 μ m 필름 밀봉처리 더덕은 박피가공후 모의 유통 과정에서 급격한 육질의 연화와 변색에 의해 상품성이 저하되었다. 이러한 현상은

저장 중 산소농도의 저하와 이산화탄소의 축적으로 유기된 생리적 장애가 유통과정에서 표출된 것으로 추정되므로 단기 저장시에는 밀봉저장이 유리할 것으로 판단되나 장기저장시에는 어느 정도 가스교환이 이루어질 수 있는 보완 방법이 필요한 것으로 사료되었다. 인삼의 경우 90%의 높은 이산화탄소 저장에서도 특별한 생리장애가 나타나지 않음에 비추어 볼 때(Yun, 1998), 더덕의 경우에도 이산화탄소보다는 산소 농도의 적정 수준 유지가 필요한 것으로 보인다. 시중에 유통되는 상용 지퍼백은 인위적인 가스교환 통로를 만들어 주지 않아도 지퍼백 자체에 어느 정도 가스교환통로가 형성되어 있는 점을 고려하면 현장에서 적용하기 쉬운 장점이 있으나 많은 양을 포장하기 위한 대형화가 어려운 점을 고려한다면 취급이 용이한 50 μ m 김장용 필름 백을 이용하거나 다른 용도의 50 μ m PE 필름을 이용한 밀봉 MA 저장시에는 적정수의 바늘구멍을 뚫어 가스교환이 이루어지게 해야 할 것이다. 현장적용 실험결과, 50 μ m 두께의 김장용 PE 필름백에 100cm²당 한 개의 바늘구멍(10cm×10cm 간격)을 뚫는 것으로 적정 가스교환이 이루어지는 것으로 판단되지만 30kg 이상 대포장시에는 포장 내부의 더덕은 부분적인 산소 결핍에 의해 가공 후 변색 반응이 나타날 가능성이 있으므로 적정 가스교환 통로의 확보가 필요할 것이다. 현재 국내의 저장, 유통 산업은 20kg 적재용 PVC 박스로 표준화되고 있으므로 더덕의 포장방식도 이에 맞추어 포장단위를 축소, 조정하는 것이 작업의 일관성과 효율성을 높일 것으로 기대되며 포장단위를 축소할 경우 우려되는 멍아 현상의 증가는 저장온도를 다소 낮게 유지함으로써 경감시킬 수 있을 것으로 생각된다.

사포닌 함량 변화는 완전 밀봉 MA 저장에서 높고 PP 포대 저장에서 가장 낮게 나타나(Table 18) 모의 저장실험과 같은 경향을 보였다.

모의저장 실험과 현장 적용 실험 결과를 종합해 볼 때, 가을 더덕의 저장온도는, 상대습도를 적정수준으로 유지하거나 적절한 포장방법을 병용한다면, -2℃가 적합한 것으로 판단된다. 필름포장재를 이용하는 MA 저장시에는 저산소 장애를 피할 수 있는 포장재질의 선택이나 적정 가스 투과가 이루어질 수 있는 방법이 보강되어야 할 것이다. 더덕의 장기 저장시 발생하는 수분손실에 따른 중량감소, 포장 내 곰팡이 발생, 건조 위축증상 및 멍아현상 등 모든 유형의 손실의 경감을 위해서는 저장온도와 포장 방식 두 요인을 동시에 최적화해야만 가능할 것으로 판단된다.

Table 17. Changes in marketing quality index of peeled fall-season lance Asia bell roots after two and four months in commercial storage at 0°C as influenced by packaging methods.

Packaging ^z	Quality after two month storage				Quality after four month storage			
	3	7	10	15	3	7	10	15
	(Days on the shelf) ^y				(Days on the shelf)			
50 μ m PE: tight sealing	8.0	6.0	5.3	5.0 bc ^x	9.0	7.5 b	5.5 c	3.5 c
50 μ m PE: with needle holes	8.0	6.3	6.3	6.0 a	9.0	8.8 a	6.8 b	5.5 b
60 μ m PE: zipper bag	8.0	5.7	5.7	4.3 c	9.0	9.0 a	7.0 b	7.0 a
Woven PP	8.0	6.0	5.3	5.7 ab	9.0	8.8 a	8.0 a	6.3 ab

^z30kg in each packaging unit except 60 μ m PE zipper bags containing 4kg unit. Needle holes were made on the 10 \times 10cm area base. Woven PP means linen made of polypropylene straps.

^yRoots were peeled, dipped in tap water for one minute, packaged in 60 μ m PE zipper bags, and put on the shelf at 4°C.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 18. Saponin content as influenced by packaging method after four month commercial storage of fall-season lance Asia bell roots.

Packaging ^z	Optical density	Ratio to harvest
At harvest	0.80	1.00
50 μ m PE: tight sealing	0.58 a ^y	0.73
50 μ m PE: with needle holes	0.51 ab	0.64
60 μ m PE: zipper bag	0.45 bc	0.56
Woven PP	0.38 c	0.48

^z30kg in each packaging unit except 60 μ m PE zipper bags containing 4kg unit. Needle holes were made on the 10 \times 10cm area base. Woven PP means linen made of PP straps.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

제 4절 결론: 저장모델 설정

더덕의 장기 저장을 위해서는 산소 농도를 낮추고 이산화탄소를 높게 유지하는 CA 환경 설정이 효과적인 것으로 보이지만 현장 실용화 기술 측면에서는 CA 저장에 비해 MA 저장 방식이 보다 경제적이고 적용성이 클 것으로 판단된다.

가을 더덕의 장기 저장시 가장 큰 문제인 건조에 의한 상품성 저하는 MAP 저장에 의해 해결이 가능한 것으로 조사되었다. MAP 저장시 우려되는 포장 내 높은 습도나 수분 응결에 의한 부패 발생은 저장고 온도를 낮춤으로써 가능한 것으로 나타났고 적정 수준의 저산소와 고농도의 이산화탄소는 곰팡이 발생 억제 효과를 보여주었다.

그러나 봄더덕의 경우, 특히 수확시기가 늦거나 초가을 수확한 더덕의 품온이 높을 경우에는 포장 내 온도저하 속도가 늦어지면서 수분 응결과 저산소, 이산화탄소 축적으로 인해 손실이 우려되므로 저장고 내 송풍량을 최대화하고 온도저하 속도를 빠르게 설정할 수 있는 관리가 필요하다. 저장고 냉장용량이 작아 온도저하 속도 조절이 어려울 경우에는 예냉이 필수적인 선행조건이 될 것으로 판단된다.

한편, MAP 저장시 포장용 필름 두께가 25 μ m 정도에서는 MA의 효과가 크게 나타나지 않으나 50~60 μ m PE 필름을 이용한 적절한 MA 포장처리는 중량 감소와 건조에 의한 위축현상을 방지하는 동시에 곰팡이 발생과 맹아를 억제할 수 있는 가능성을 제시하였다. 그러나 50 μ m PE 필름 bag 완전밀봉에 의한 30kg 단위의 대포장 단위의 4개월 저장은 저장후 박피가공, 유통과정에서 육질 연화 및 변색에 의한 상품성의 저하를 보였으며 이러한 현상은 1% 이하의 낮은 산소농도에 의한 생리적 장애의 표출로 추정되었다. 이에 비해 바늘구멍 천공처리를 하거나, 가스교환이 어느 정도 일어나는 상용 지퍼백을 이용한 소단위 포장저장은 저장 후 박피가공을 거쳐 유통과정에서 일어나는 장애 현상을 피하면서 효과적으로 품질을 유지하고 손실을 감소시키지만, 포장 내부의 산소농도가 비교적 높게 유지되어 맹아율이 증가하는 현상을 보였다. 따라서 더덕 저장조건의 최적화는, 가을더덕은 온도를 -1~-1.5 $^{\circ}$ C, 봄더덕은 0 $^{\circ}$ C로 유지하면서 포장방법별로는, 대단위 포장시에는 PE 필름 bag에 적정수의 가스교환통로를 확보하고, 소단위 포장시에는 상용으로 제작되어 판매되는 지퍼백을 이용하여 포장 내 산소농도를 2~3%, 이산화탄소 농도는 15% 수준을 유지한다면 장기

저장이 가능할 것으로 사료되었다(Fig. 4). 현장에서 사용이 편리하고 취급이 용이한, 상용으로 제작되어 판매되는 지퍼백은 그 크기가 다양하고 밀봉 정도가 상이하므로 크기와 밀봉 정도를 확인하여 적정 수준의 MA 환경이 유지되도록 적정량의 더덕을 포장하여 저장하여야 할 것이다.

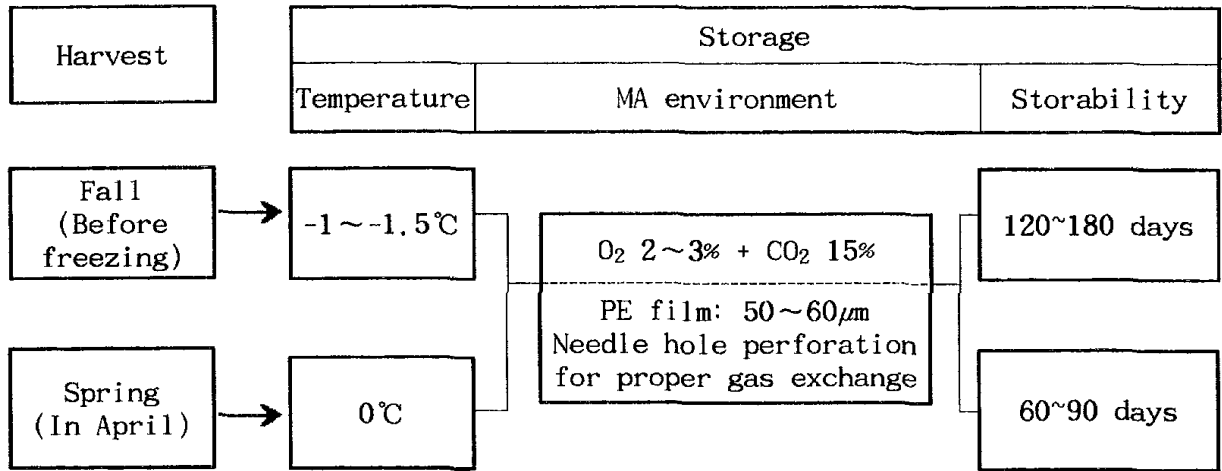


Fig. 4. Optimized model for long-term storage of lance Asia bell roots.

제 4장 박피 가공 후 포장전처리 기술

제 1절 서설

더덕은 신선한 상태에서 껍질을 깎 후 양념하여 그대로 부식으로 이용하거나 불에 살짝 구워먹는다. 더덕에는 항산화 기능과 항암기능의 다양한 생리활성 기능이 있는 것으로 조사되어 있어서(한과 조, 1997) 건강을 지향하는 소비경향에 비추어 소비량의 증가잠재력이 크게 부각되는 식품이다. 그러나 더덕은 뿌리에 주름이 있어서 칼로 박피해야 하는데다 박피시 점성물질이 분비되어 손에 끈끈하게 달라붙고 검게 되는 등 조리하기가 까다로워 편이지향적인 가정 주부들은 신선한 더덕 구매를 기피하는 성향이 있다. 이러한 성향은 반대로 박피 가공을 포함한 최소가공과 반제품가공품 산업의 가능성이 큰 요인으로 작용한다.

더덕 가공업체의 경우 가장 큰 문제는 다른 최소 가공 식품과 마찬가지로 박피 가공 더덕의 유통 중 발생하는 품질 열화로 볼 수 있다. 최소가공식품의 품질 열화는 주로 변색과 미생물에 의한 부패에서 비롯되는데 유기산이나 아스코르빅산은 갈변억제제로써 잘 알려져 있다(Gunes and Lee, 1997; 박 등, 1998). 최소가공식품은 호흡 등 생리적 활성이 높고 보호층이 파괴되어있어서 미생물의 감염과 증식이 용이하기 때문에(Ahvenainen, 1996) 식품의 위생성이 중요한 품질요인으로 인식되고 있다. 식염수 처리나 염소수 처리는 이러한 미생물 활성을 제어하는 전통적인 방법이지만(Ahvenainen, 1996; 조 등, 1999), 대부분의 염 용액 침지 처리는 인체 독성과 환경에 미치는 영향이 크기 때문에 대체방안으로써 오존처리 기술이 개발되고 있다. 신선 상태나 최소가공상태의 과실 및 채소류의 오존수 처리와(Kim 등, 1999; 이와 천, 1996; Xu, 1999) 저장 중 과실, 채소의 오존가스처리는 잔류성이 없는 효과적인 미생물 제어에 효과적인 것으로 조사되었다(Barth 등, 1995).

더덕 가공 및 유통경로를 보면 뿌리는 박피 후 별다른 처리없이 포장되어 유통된다. 따라서 박피 더덕은 유통중 갈변이 빠르게 일어나고 미생물 오염에 의한 부패 현상에 의해 14일간 유통이 어려운 실정이다.

본 연구에서는 우선 효과적인 갈변 억제제를 선발하고 선발된 억제제의 적정 농도와 침지 시간 등 구체적인 방법을 설정하며 마지막으로 식품안전성 증대를 위해 최근 활성화되고 있는 오존수 처리의 효과를 비교 검토하였다.

제 2절 포장전 침지 기술

1. 연구 방법

가. 실험의 단계적 구성

박피 더덕의 변색과 미생물에 의한 품질 저하를 방지하기 위한 포장 전처리 기술은, 1) 효과적인 갈변 방지 및 미생물 활성 제어 약제 선발, 2) 침지 용액의 온도 및 처리시간의 효과 검정을 통해 보편적으로 적용 가능한 침지 방법을 최적화하고, 3) 마지막으로 최근 개발되고 있는 오존수 처리의 효과를 기존의 침지방법과 비교 검토하였다.

나. 침지처리 약제

침지처리 용액은 1) 기본적으로 사용되는 항산화제와 미생물 억제제인 염소(NaOCl), ascorbic acid, citric acid(구연산)를 성분량으로 100ppm, 1%, 1% 용액으로 제조하여 사용하였고, 2) 기본약제 실험결과에 따라 2단계로써 기본 약제에 소금물 혼용처리 후 상품성 변화와 관능지수를 조사함으로써 포장전 침지처리의 효과를 평가하였다.

다. 침지처리 방법

침지처리 용액의 온도와 처리시간이 상품성 및 관능에 미치는 영향을 조사하여 침지처리기술의 현장 적용시 최적화 모델 설정의 지표로 활용코자 하였다.

2. 침지약제 선발

가을더덕의 박피후 ascorbic acid, 구연산, 염소수 단용 침지 처리는 상온 및 7°C 저온 유통과정에서 육안 판정에 의한 상품성 유지에 큰 효과를 보이지 않았으며 (Table 1) 상품성도 7.0 이하로 박피 직후 상품성 9점 기준 대비 80% 수준 이하였다. 육질 경도는 상온 7일 유통시 모든 처리에서 조직 붕괴와 연화현상을 보였고 저온 유통시 ascorbic acid, 구연산, 염소수 단용 침지 처리 더덕에서 다소 높게 유지되는 경향을 보였다(Table 2). Hunter 색택 측정 결과는 'L', 'a', 'b' 값 모두 뚜렷한 차이가 나타나지 않았다.

유통기간 중 부패율은 상온유통시 무처리나 증류수 침지처리 더덕이 낮은 경향을 보였으나(Table 3) 전반적인 상품성 저하와 육질의 연화현상으로 의미가 없는 것으로 판단된다. 저온 유통시에는 부패율과 미생물 활성을 고려할 때 염소수 처리는 최소가공식품에 허용된 100ppm 처리에서 부패 방지효과가 크지 않은 것으로 판단되었고 citric acid 처리가 가장 양호한 것으로 평가되었다.

Table 1. Changes in marketability of peeled fall-season lance Asia bell roots by dip treatments during simulated marketing in 60 μ m PE zipper bags.

Marketing temperature	Dip treatment ^z	Marketing period		
		Day 3	Day 5	Day 7
Ambient (15-20°C)	Ascorbic acid 1%	6.0 b ^y	4.7 bc	3.0 b
	Citric acid 1%	6.0 b	5.0 ab	3.3 b
	NaOCl 100ppm	7.0 a	5.7 a	3.7 b
	ddH ₂ O	6.0 b	4.7 bc	3.3 b
	None	6.0 b	4.0 c	3.0 b
Low (7°C)	Ascorbic acid 1%	8.0 a	7.0 a	6.0 a
	Citric acid 1%	8.3 a	7.3 a	6.3 a
	NaOCl 100ppm	8.0 a	8.0 a	6.3 a
	ddH ₂ O	8.0 a	7.7 a	6.7 a

^zDipping for one minute.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 2. Flesh firmness and surface Hunter color of peeled fall-season lance Asia bell roots by dip treatments during simulated marketing in 60 μ m PE zipper bags.

Marketing temperature	Dip treatment ^z	Flesh firmness	Hunter color		
			'L'	'a'	'b'
Ambient (15-20°C)	Ascorbic acid 1%	Soft and tissue breakdown	73.3 a ^y	1.6 a	19.6 a
	Citric acid 1%		67.7 a	1.7 a	15.0 b
	NaOCl 100ppm		69.1 a	3.3 a	13.9 b
	ddH2O		68.2 a	-0.7 a	19.4 a
	None		67.0 a	0.2 a	20.2 a
Low (7°C)	Ascorbic acid 1%	811.3 ab	80.7 a	-14.4 a	20.2 a
	Citric acid 1%	798.3 ab	80.7 a	-10.9 a	17.5 a
	NaOCl 100ppm	907.0 a	79.4 a	-10.5 a	17.4 a
	ddH2O	651.0 b	78.7 a	-9.9 a	16.7 a

^zDipping for one minute.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 3. Incidence of decay and microorganism activities in peeled fall-season lance Asia bell roots by dip treatments during simulated marketing in 60 μ m PE zipper bags.

Marketing temperature	Dip treatment ^z	% decay (Day 7)	Microorganism activity	
			Day 0	Day 7
Ambient (15-20°C)	Ascorbic acid 1%	16.7	1.7×10^3	$>10^5$
	Citric acid 1%	13.3	1.6×10^3	$>10^5$
	NaOCl 100ppm	10.0	1.9×10^3	$>10^5$
	ddH2O	6.7	0.3×10^3	$>10^5$
	None	3.3	6.1×10^3	$>10^6$
Low (7°C)	Ascorbic acid 1%	3.3	2.7×10^3	3.3×10^4
	Citric acid 1%	0.0	0.9×10^3	6.8×10^3
	NaOCl 100ppm	3.3	0.7×10^3	8.1×10^3
	ddH2O	0.0	1.3×10^3	5.2×10^4

^zDipping for one minute.

가을 더덕의 단용 침지처리 실험 결과, 구연산 단용처리로는 상품성 유지효과가 부족한 것으로 판단되어 구연산 용액과 식염수 용액의 혼용 침지처리 효과를 검토하였다. 일반적으로 식품에 적용되는 농도 범위에서 조사한 혼용처리효과는 2% 구연산 + 4% 식염수 혼용처리 가을더덕과 1% 구연산 + 4% 식염수 혼용처리 봄더덕에서 유통 7일 후 상품지수 8.0을 보여 박피 직후 대비 80% 이상의 상품성을 보임으로써 혼용처리에 의해 상품성이 향상되는 효과를 보였다(Table 4). 그러나 봄더덕의 풍미와 조직감을 기준으로 한 관능지수를 보면 구연산과 식염수의 농도가 높을수록 관능지수가 낮으므로 상품성을 유지하면서도 관능에 영향을 주지 않는 낮은 농도의 혼용처리가 필요한 것으로 조사되었다.

한편, 부패율과 미생물 활성에서는 혼용처리에 의해 현저한 감소 효과가 있어 (Table 5), 가공식품의 상품성 유지는 물론 식품안전성 면에서의 적용 효과가 있는 것으로 판단되었다.

Table 4. Marketability and taste index of peeled fall- and spring-season lance Asia bell roots after 7 day simulated marketing at 7°C in 60 μ m PE zipper bags as influenced by pre-packaging citric acid and saline dip treatment for one minute.

Dip treatment		Fall		Spring		
% citric acid	% saline solution	Market index	Market index	Flavor	Texture	Taste index
1.0	2.0	6.7 bc ^z	7.3 b	6.0 a	7.3 ab	6.0 a
	4.0	6.3 c	8.0 a	5.3 b	7.3 ab	5.7 a
2.0	2.0	6.7 bc	7.0 b	4.0 c	8.0 a	5.3 a
	4.0	8.0 a	7.0 b	4.0 c	7.0 b	4.3 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 5. Incidence of decay and microorganism activities of peeled fall- and spring-season lance Asia bell roots after 7 day simulated marketing at 7°C in 60 μ m PE zipper bags as influenced by pre-packaging dip treatment in citric acid and saline solution for one minute.

Dip treatment		Fall-season		Spring-season	
% citric acid	% saline solution	% decay	Microorganism activity	% decay	Microorganism activity
1.0	2.0	0.0	1.9×10^3	0.0	0.7×10^3
	4.0	0.0	2.6×10^3	0.0	3.2×10^3
2.0	2.0	0.0	2.0×10^3	0.0	0.9×10^3
	4.0	0.0	4.9×10^3	0.0	0.7×10^3

구연산과 식염수의 농도를 반으로 낮추어 혼용처리한 실험에서는 0.5% 구연산 + 1.0% 식염수 혼용액 침지처리에서 박피 더덕의 식미지수가 양호하면서 유통 7일까지 상품성은 80% 이상 수준이 유지되었다(Table 6). 예외적으로 증류수 침지처리 더덕이 유통 15일까지 상품성과 식미 유지효과가 높게 나타나는 결과를 보였으나 미생물 활성이 다소 높게 나타나므로(Table 7), 식품의 상품성과 위생성을 고려할 때 구연산과 식염수 처리가 필요한 것으로 판단되었다.

박테리아 활성은 유통 7일까지 0.5% 구연산 단독처리에 의해 효과적으로 억제되었으나 유통기간이 길어질 경우에는 1.0% 식염수 단독처리나 0.5% 구연산 + 1.0% 식염수 혼용처리가 효과적이었다. 곰팡이 활성은 식염수 처리에 의해 오히려 증가하는 경향을 보였는데 이러한 증가는 침지처리가 충분치 못했거나 단시간 저농도 처리가 조직내부 미생물까지는 영향을 미치지 못하는 것에서 기인하는 것으로 추정된다 (Watada, 1997).

Table 6. Marketability and quality of peeled fall-season lance Asia bell roots after 7 and 15 days of simulated marketing at 4°C as influenced by dip treatments.

Dip treatment ^z		Marketability index		Taste index		Firmness (g/2mm ϕ)		
% citric acid	% saline solution	Day 7	Day 15	Day 7	Day 15	Day 0	Day 7	Day 15
0	0	7.0 a ^y	7.0	7.7	7.7 a	1004	809 ab	710
	1.0	7.0 a	6.3	8.0	7.7 a	1026	733 b	743
0.5	0	6.0 b	6.0	7.7	6.3 b	859	815 ab	679
	1.0	7.3 a	6.3	7.5	7.5 a	744	953 a	726

Source of variation

Citric acid (C)	NS	-	-	**	-	*	-
Saline (S)	**	-	-	*	-	NS	-
C × S	**	-	-	*	-	NS	-

^zRoots were stored for three months at 0°C and peeled with a knife before dip treatment for one minute. After treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P \leq 0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P \leq 0.05$, or at $P \leq 0.01$, respectively.

Table 7. Microorganism activity of peeled fall-season lance Asia bell roots during simulated marketing at 4°C as influenced by dip treatments.

Dip treatment ^z		After 7 days		After 15 days	
% citric acid	% saline solution	Bacteria	Mold+yeast	Bacteria	Mold+yeast
0	0	5.4×10^3	15.6×10^3	5.5×10^3	172.3×10^3
	1.0	11.5×10^3	28.1×10^3	2.0×10^3	46.2×10^3
0.5	0	0.9×10^3	3.2×10^3	6.3×10^3	412.8×10^3
	1.0	3.6×10^3	26.9×10^3	2.7×10^3	$> 10^6$

^zRoots were stored for three months at 0°C and peeled with a knife before dip treatment for one minute. After treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags.

3. 효과적인 침지처리 기술

수돗물의 온도와 침지시간을 달리 처리하여 4°C 저온유통 과정을 거친 결과, 상품성은 유통 7일까지는 처리간 차이가 없었으나 14일후에는 처리시간과 온도의 복합효과가 나타나 25°C, 30분 처리와 40°C 1분 처리에서 상품성이 높게 나타났다(Table 8). 식미는 유통 7일까지 온도의 효과에 의해 상온침지가 우수하였고 14일에는 침지시간의 영향을 받아 30분 침지더덕은 식미지수가 낮은 경향이였다.

이화학적 지표로써 더덕의 육질 경도는 유통 7일째까지는 온도와 침지시간의 영향을 받지 않았으나 14일째에는 침지시간이 길수록 육질의 경도가 낮게 나타나 식미변화와 밀접한 연관성을 보였다(Table 9). 표면 Hunter 'L' 값은 온도의 영향을 받아 상온 침지가 우수한 것으로 나타났는데 비록 육안판정에 의한 상품성은 큰 차이가 없을지라도 고온 침지시 표피조직의 세포가 일부 파괴되면서 갈변물질에 의한 변색반응에 의한 것으로 추정된다.

미생물의 활성은 유통 7일까지는 고온 침지처리에서 낮게 유지되는 경향이였으나 14일째에는 모든 처리에서 높은 활성을 나타내 그 차이가 확실하게 나타나지 않았다(Table 10).

Table 8. Marketability and taste index of peeled lance Asia bell roots as influenced by dipping temperature and duration in tap water.

Dip treatment ^z		Marketability index		Taste index	
Temperature	Duration (min)	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14
25°C	1	7.3	5.7 b ^y	8.0 a	6.8 a
	30	7.7	6.7 a	7.7 ab	5.7 b
40°C	1	7.3	6.7 a	7.0 bc	6.5 a
	30	7.7	5.7 b	6.7 c	5.3 b
Source of variation					
Temperature (T)		NS	NS	**	NS
Duration (D)		NS	NS	NS	*
T*D		NS	*	NS	NS

^zAfter dip treatment, roots were packaged in 60µm PE film zipper bags and held at 4°C.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at P≤0.05, or at P≤0.01, respectively.

Table 9. Flesh firmness and surface color of peeled lance Asia bell roots as influenced by dipping temperature and duration in tap water.

Dip treatment ^z		Flesh firmness		Surface Hunter 'L'	
Temperature	Duration (min)	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14
25°C	1	651 a ^y	775 a	76.0 ab	70.0 ab
	30	646 a	612 bc	78.5 a	72.8 a
40°C	1	615 a	720 ab	75.8 ab	68.0 b
	30	558 a	527 c	73.3 b	63.0 c
Source of variation					
Temperature (T)		NS	NS	*	**
Duration (D)		NS	**	NS	NS
T*D		NS	NS	NS	*

^zAfter dip treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags and held at 4°C.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P\leq 0.05$, or at $P\leq 0.01$, respectively.

Table 10. Microorganism activities in peeled lance Asia bell roots as influenced by dip treatment in tap water.

Dip treatment ^z		Day 7		Day 14	
Temperature	Duration (min)	Bacteria	Mold+yeast	Bacteria	Mold+yeast
25°C	1	3.4×10^3	2.3×10^3	$> 10^5$	$> 10^5$
	30	4.7×10^3	2.8×10^3	$> 10^5$	$> 10^5$
40°C	1	0.3×10^3	3.6×10^3	$> 10^5$	$> 10^5$
	30	1.0×10^3	0.2×10^3	$> 10^5$	$> 10^5$

^zAfter dip treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags and held at 4°C.

침지용액으로써 위생성에 비교적 효과가 인정되는 1% 구연산과 2% 식염수를 이용하여 용액의 온도와 침지시간의 효과를 검토한 결과, 두 종류 용액 모두에서 상온(20℃), 1분 침지처리 더덕이 상품성과 식미가 우수한 것으로 나타났다(Tables 11, 12). 특히 30분 침지처리시, 1% 구연산 침지 처리 더덕은 강한 신맛을 보였고 2% 식염수 침지더덕은 짠맛이 강하게 남아 전체적인 식미지수가 낮게 평가되었다.

침지용액의 온도에 따른 미생물의 활성은 고온 처리시 높은 경향이었는데 1% 구연산과 2% 식염수 혼용처리는 상온 침지시에도 고온처리 더덕에서의 미생물 활성과 유사한 낮은 수준을 보임으로써(Table 13), 신선식품의 최소가공시 미생물 활성 억제를 위해 적용하는 데치기(blanching) 처리를 대체할 수 있을 것으로 평가되었다.

Table 11. Marketability and taste of peeled spring-season lance Asia bell roots after 7 day simulated marketing as influenced by dipping duration in citric acid and saline solution.

Treatment ^z		Marketability index	Taste		
Duration	Solution		Flavor	Texture	Index
1 minute	1% citric acid	8.0 ab ^y	Good, but sour	Excellent	8.0
	2% saline	8.7 a	Weak saltiness	Excellent	8.5
30 minute	1% citric acid	7.0 b	Strong acidity	Reduced	7.0
	2% saline	7.0 b	Strong saltiness	Good	7.5

^zAfter dip treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags and held at 7℃.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 12. Marketability and taste index of peeled spring-season lance Asia bell roots after 7 and 14 day simulated marketing as influenced by dipping temperature of citric acid and saline solution.

Treatment ^z		Marketability index		Taste index	
Temperature	Solution	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14
20°C	1% citric acid	7.3	6.7 a ^y	7.0	6.3 a
	2% saline	7.3	6.0 ab	6.3	5.7 ab
40°C	1% citric acid	7.7	6.3 ab	6.3	5.0 b
	2% saline	7.3	5.7 b	6.3	5.0 b

^zAfter dip treatment in tap water for one minute, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags and held at 4°C.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 13. Marketability and taste of peeled spring-season lance Asia bell roots after 7 and 14 day simulated marketing as influenced by dipping temperature of citric acid and saline solution.

Treatment ^z		Microorganism activity		
Temperature	Solution	Day 0	Day 7	Day 14
20°C	1% citric acid	0.9×10^3	10.2×10^3	2.4×10^3
	1% citric acid + 2% saline	1.2×10^3	1.5×10^3	1.2×10^3
	40°C			
40°C	1% citric acid	1.4×10^3	1.8×10^3	1.9×10^3
	1% citric acid + 2% saline	1.5×10^3	1.1×10^3	1.2×10^3

^zAfter dip treatment in tap water for one minute, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags and held at 4°C.

제 3절 오존수 침지처리 효과

1. 연구방법

가. 실험 구성

0℃에서 3개월 저장한 가을 더덕을 이용하여 박피 가공한 후, 오존수 침지처리가 유통중 상품성 및 위생성에 미치는 영향을 조사하였다. 이와 함께 더덕 뿌리에 존재하는 미생물을 침출하여 직접 오존수와 섞는 처리(extract contact treatment)를 통해 오존수 농도와 처리시간이 미생물 활성에 미치는 효과를 검증하였다.

나. 오존수 처리 방법

1) 박피더덕의 침지처리

오존수 발생장치(동일기연, 수원)에서 제조된 0.5~0.7ppm 농도의 오존수에 박피 더덕을 침지하였다. 침지시간은 1분, 30분으로 나누어 침지시간에 따른 효과를 동시에 조사하였다.

2) 더덕 미생물 침출액 혼합처리

더덕 뿌리 당 10배의 멸균한 생리식염수를 첨가하여 시료파쇄기 파쇄, 현탁 후 상등액을 더덕 미생물 침출액으로 사용하였다. 더덕 침출액 1ml를 시험관에 넣고 농도가 상이한 오존수 9ml를 첨가하여 잘 흔들어 혼합하고 1분, 5분, 10분, 20분, 30분 정지 후, pour plating 방법으로 미생물을 측정하였다.

오존수 제조는 오존발생장치(Model Superozon-15, (주) 태영)를 사용하였고, 오존 농도는 가스 검지관(CX-100 II, Ebara Co., Japan)을 이용하여 조절하였다.

미생물 활성 조사는 세균군, 곰팡이 및 효모, 대장균군으로 구분하여 측정하였는데, 대장균군은 수확 후 시료 또는 작업(실험) 중의 오염(위생)여부를 판단하는 기준으로, LB배지를 이용한 유무실험 및 deoxycholate agar 배지를 이용한 균수측정을 병행하였다.

다. 오존수 처리 후 포장 및 유통

오존수 침지처리가 끝난 더덕은 60 μm PE 피름 지퍼백에 10개체씩 포장한 후, 상온과 4°C에서 7일, 15일 모의유통과정을 거치면서 상품성, 품질 및 미생물의 활성을 조사하였다.

2. 박피더덕 침지처리 효과

0.5ppm 오존수 침지처리는 유통기간 중 상품성 유지에 효과를 나타나지 않았으나 조직 경도는 증가하여, 유통 15일 후 수돗물 침지 더덕에 비해 비교적 높게 평가된 식미 지수와 관련성을 보였다(Table 14). 조직 경도의 증가는 수확 후 아스파라거스의 보관 중 일어나는 조직 경화현상과 유사한 현상으로 해석되는데(Haard 등, 1974) 더덕에서 오존수 처리가 섬유소나 세포벽 물질 변화에 어떻게 작용하는지에 관해서는 심도있는 연구가 뒤따라야 할 것으로 보인다. 이에 비해 수돗물 침지 더덕의 유통기간 중 관찰된 조직 경도의 감소는 수삼 연구결과에서 제시된 세균성 연화현상일 것으로 추정된다(손 등, 1998). 침지처리 시간은 수돗물 침지 실험에서와는 다르게 상품성, 식미 및 조직 경도에 영향을 미치지 않았는데 본 연구에서의 오존수 침지처리는 침지 용액 내 용존오존의 농도 자체가 너무 낮거나 30분 침지처리 시간이 효과의 차이를 나타내기에는 불충분했던 것으로 풀이된다.

미생물 활성 조사 결과, 오존수 처리와 상관없이 모든 박피 더덕은 대장균군에 대해 음성을 나타내어 위생상 큰 문제가 없는 것으로 판정되었다. 오존수 처리는 15일 유통기간에 걸쳐 세균활성의 감소 효과를 보인 반면, 곰팡이 활성 억제효과는 처리 직후 한시적인 것으로 조사되어(Table 15), 곰팡이는 오존수에 대해 저항성이 큰 것으로 확인되었다(권 등, 1995). 미생물 제어를 위한 오존수 처리는 보통 60분 침지가 적합한 것으로 보고되어있는 점에 비추어(김 등, 1998; 이와 천, 1996), 더덕의 식미에 영향을 주지 않는 수준에서의 오존수 농도와 처리 시간에 대한 추가적인 연구가 뒤따라야 할 것으로 사료된다.

Table 14. Changes in quality of peeled fall-season lance Asia bell roots during 15 day simulated marketing at 4°C as influenced by dip treatments with ozonated water.

Treatments ^z		Marketability index		Taste index	Firmness (g/2mm ϕ)	
Concentration (ppm)	Duration (min.)	Day 7	Day 15	Day 15	Day 0	Day 15
0	1	7	6	8.7	925 a ^y	796 b
	30	7	6	8.0	722 b	687 b
0.5	1	7	6	9.0	705 b	978 a
	30	7	6	9.0	709 b	851 ab

Source of variation

Concentration (C)	-	-	-	*	**
Dipping duration (T)	-	-	-	NS	*
C \times T	-	-	-	*	NS

^zRoots were stored for three months at 0°C and peeled with knife before dip treatment. After treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P \leq 0.05$, or at $P \leq 0.01$, respectively.

Table 15. Microbial activity of peeled fall-season lance Asia bell roots during 15 day simulated marketing at 4°C as influenced by ozonated water treatments.

Treatments ^z		Immediately after treatment		After 15 days on the shelf	
Concentration (ppm)	Duration (min.)	Bacteria	Mold+yeast	Bacteria	Mold+yeast
0	1	12.7×10^2	20.8×10^2	37.0×10^2	4.3×10^2
	30	10.7×10^2	9.2×10^2	76.0×10^2	$< 10^2$
0.5	1	15.5×10^2	2.7×10^2	5.3×10^2	11.6×10^2
	30	12.2×10^2	7.0×10^2	2.5×10^2	7.0×10^2

^zRoots were stored for three months at 0°C and peeled with knife before dip treatment. After treatment, roots were packaged in 60 μ m PE film zipper bags.

침지처리에 의한 더덕의 사포닌 함량은 유의적인 차이가 보이지 않음으로써(Table 16) 오존수처리시 오존수의 농도나 침지시간이 유효성분의 함량을 크게 저하시키지는 않을 것으로 추정되었다.

Table 16. Saponin content as influenced by ozonated water treatment after four month commercial storage of fall-season lance Asia bell roots at 0°C.

Dipping treatment		Day 0 ^z	day 15
Concentration (ppm)	Duration (min)		
0	1	0.52	0.64
	30	0.49	0.70
0.5	1	0.48	0.73
	30	0.52	0.71

^zImmediately after treatment.

3. 더덕 침출액의 오존수 처리

더덕 침출액을 직접 오존수와 혼합한 후 미생물 활성을 조사한 결과(Table 17), 세균에 대하여는 0.5ppm 의 농도에서부터 살균 효과가 관찰되어 기존의 연구결과와 일치하는 경향이었고(김 등, 1998; 이와 전, 1996), 1.0ppm의 농도에서 log 1단위(90%) 이상의 살균 효과를 보였다. 그러나 오존수 농도의 증가에 따라 살균 효과가 비례하여 증가하지는 않았으며, 처리 시간의 증가에 대한 활성 감소 효과도 뚜렷한 비례 효과가 나타나지 않았다.

효모 및 곰팡이에 대해서는 세균에 비해 살균효과가 미약했으며, 오존수 농도에 따른 차이는 크게 나타나지 않았으나, 1분 처리 시에는 약 50~90%의 살균효과를 나타냈으며, 5분 처리 이상시에는 log 1단위(90%) 이상의 살균 효과를 보였다.

실험 결과, 처리시간이나 오존수 제조 단가 등, 공정의 최적화 과정을 고려할 때 1.0ppm 오존수 농도에서 약 1~5분의 처리로 살균효과를 나타낼 것으로 판단되었다.

Table 17. Ozonated water treatment effects on the activities of microorganism in lance Asia bell root extract as influenced by soluble ozone concentration and contact time.

MO	Contact (min)	Ozone concentration (ppm)					
		0	0.5	1	2	5	10
Bacteria	1	3.4×10^5	9.2×10^3	2.8×10^3	7.1×10^3	4.9×10^3	1.1×10^3
	5	4.1×10^5	1.4×10^4	8.9×10^2	3.4×10^3	3.0×10^3	3.8×10^3
	10	1.2×10^5	4.1×10^3	6.3×10^3	7.1×10^2	7.9×10^2	1.6×10^3
	20	6.4×10^4	6.7×10^3	4.5×10^3	3.1×10^4	4.4×10^3	9.2×10^2
	30	8.7×10^4	1.2×10^4	2.7×10^2	6.5×10^3	2.1×10^3	5.2×10^3
Mold + yeast	1	7.4×10^4	3.3×10^4	2.7×10^4	9.3×10^3	1.3×10^4	9.1×10^3
	5	5.8×10^4	2.7×10^5	1.3×10^3	2.9×10^3	6.5×10^3	6.8×10^2
	10	3.3×10^5	6.3×10^4	8.4×10^2	6.2×10^3	1.3×10^3	2.8×10^3
	20	2.9×10^4	1.8×10^4	2.2×10^3	1.2×10^0	4.3×10^4	2.2×10^3
	30	4.0×10^4	8.3×10^4	5.6×10^3	3.6×10^3	5.5×10^2	9.4×10^3

제 4절 결론: 침지처리 효과의 종합평가

박피가공 더덕의 상품성 저하는 갈변, 연화 현상 및 곰팡이에 의한 부패에 의해 일어난다. 외관을 기준으로 유통중 상품성을 평가한 결과, 구연산, 식염수 혹은 두 요인 복합 침지처리는 일관된 상품성 향상 효과가 없었던 반면, 저온 유통은 박피가공 더덕의 상품성, 표피 색택의 명도 및 조직감 유지에 뚜렷한 효과를 보였다. 조직의 경도는 1% 구연산용액이나 0.5% 구연산+ 1% 식염수 혼합용액 침지처리에 의해 향상되는 경향을 보였다. 0.5ppm 오존수 침지처리에서도 상품성 유지효과는 나타나지 않았으나 조직 경도는 높게 유지되어 식미 지수와 관련성을 보였다.

최소가공식품의 미생물 증식은 궁극적으로 시료의 변패(변색 및 조직연화)를 유발

하므로, 미생물 수 측정은 저장 조건 및 각종 처리의 효과 여부를 판단하는 지표로 활용되지만 곰팡이가 피거나 세균에 의해 조직이 붕괴, 연화되는 등 육안이나 감촉에 의한 품질변화 현상이 나타나기 이전에는 미생물 활성과 더덕 상품성 간에 직접적인 상관성을 찾기는 어려운 것으로 보인다. 그러나 대장균군은 음성(negative)이어야 하는데, 본 침지처리 연구를 포함한 다른 연구에서 조사한 더덕의 위생성 조사 결과, 모든 더덕은 대장균군에 대해 음성을 나타내었다.

세균 활성은 1% 식염수 침지에 의해 7일 유통기간까지 뚜렷한 감소를 보였고 0.5% 구연산 혼합침지처리는 감소효과를 증대시켰다. 그러나 곰팡이의 활성은 식염처리에 의해 오히려 증대하는 경향이였다. 0.5ppm 오존수 처리는 세균활성 감소에 효과를 보였고 곰팡이 활성 억제효과는 처리 직후 한시적인 것으로 조사되었다.

침지용액의 온도 및 처리시간의 적정화를 위한 침지처리 기술에 있어서는, 침지액의 온도가 상품성, 식미 및 조직 정도에 영향을 미치지 않았으나 침지처리 시간에 따른 품질은 침지액에 따라 상이하게 나타났다. 박피 더덕을 수돗물에 30분 침지한 경우에는 식미가 감소하고 조직의 연화가 빨리 진행되는 경향이였으나 오존수 30분 침지시에는 품질에 영향을 미치지 않았다. 따라서 최적 침지처리는 대부분의 최소가공 과실이나 채소류와 마찬가지로 상온 1분 침지가 무난한 것으로 판단되었다. 성분 함량의 지표로 사용한 사포닌 함량은 침지처리의 영향을 받지 않는 것으로 보였다.

본 연구 결과, 유통기간 중 상품지수의 변화, 관능, 식품 안전성과 관련되는 미생물 수 및 현장 적용성을 고려할 때 기존의 갈변억제 처리로는 1% 구연산 + 2% 식염수 혼용침지 처리가 가장 우수한 것으로 평가되며 적정 농도의 오존수 처리는 이들 화학물질 처리를 대체할 수 있을 것으로 보인다. 특히 봄더덕 저온 유통시 유통후 7일까지 상품성이 박피 직후 상품성의 80% 수준 이상인 7.3점을 보였는데 이처럼 수확시기별 처리효과가 다르게 나타나는 것은 실험처리의 효과보다는 가공원료로 이용되는 더덕 자체의 품질이 오히려 더 중요한 요인임을 시사하는 것으로 보인다. 한편 대부분의 박피더덕이 조미 후 양념처리를 하여 소비되는 점을 고려할 때 구연산에 의한 신맛만 약화시킨다면 식염수 농도는 어느 정도 적용범위를 확대시켜도 무방할 것으로 보인다.

종합적으로 볼 때, 최소가공 식품의 상품성은 다른 어떤 처리보다도 유통 온도가

가장 큰 요인이며(Watada, 1997) 이외에 포장방법의 개선이 필요할 것으로 보인다. 본 실험 결과 침지처리는 상품성 유지에 일관된 효과를 보이지 않으므로, 침지처리는 식품위해인자 증점관리 프로그램(HACCP)을 위한 전처리 기술로 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다. 특히 1% 구연산과 2% 식염수 혼용처리는 상온 침지시에도 고온처리 더덕에서의 미생물 활성과 유사한 낮은 수준을 보임으로써, 최소가공 식품의 미생물 활성 억제를 위해 적용하는 데치기 처리(blanching)를 대체하는 품질 유지 방법으로 평가되었다.

최근, 보다 다양하고 효과적인 갈변억제 물질이나 미생물제어 물질이 개발되고 있으므로 박피 더덕의 상품성 연장을 위해서 적합한 침지처리에의 연구가 지속되어야 할 것으로 보인다. 또한 MA 포장은 상품성유지에 상가적인 효과를 나타내므로(김, 1988, Watada, 1997), MA 포장방법과의 병용연구에 의한 박피가공 더덕의 상품성 유지 최적화 모델의 설정이 가능할 것으로 사료된다.

제 5장 포장 및 유통 기술

제 1절 서설

박피 더덕의 유통과정에서 가장 크게 부각되는 문제는 갈변 현상과 곰팡이균에 의한 부패증상으로 알려져 있다. 특히 국내 청과물의 유통은 여전히 상온유통 위주로 운영되기 때문에 박피 더덕을 포함한 최소가공 식품의 변질은 더욱 심하게 나타난다.

최소가공 식품의 변질을 억제하는 효과적인 방법으로는 최소가공식품의 포장전처리와 포장방법을 포함하는 유통환경 조절로 나눌 수 있다. 가장 효과적인 유통환경은 저온을 유지하는 방법이며 포장방법에 의한 상품성의 유지는 주로 포장내 modified atmosphere (MA) 환경조성에 의한다고 볼 수 있다 (Watada, 1997, Watada and Qi, 1999).

MA 조성 수준은 포장재의 종류와 두께를 선택적으로 사용함에 따라 적정수준을 유지할 수 있는데, MA 조성 방식에 따라 밀폐된 포장내 생산물의 호흡에 의해 자연적으로 조성되는 MA 조성을 의미하는 수동적 포장 방법(passive packaging)과 포장후 바로 인위적으로 일정수준의 MA 환경을 조성하는 이른바 능동적 포장(active packaging)으로 나눌 수 있다. 최근 국내생산 채소작물의 유통을 위해 많이 적용하는 진공포장방식은 산소의 분압을 낮춤으로써 산소농도 저하효과를 보는 일종의 능동적 MA 포장법이라 할 수 있고 상이한 포장재질을 이용한 진공포장용 다층필름도 이러한 의미에서는 기능성 필름의 일종으로 볼 수 있다(손 등, 1998).

한편, 생산물의 품질유지 기능 및 항균, 항생기능을 첨가한 기능성 포장재질을 이용하는 방식 역시 active packaging 방법으로 표현되고 있다. 대표적인 기능 첨가필름으로는 포장내 수분응결을 방지하는 방담필름(anti-fogging film)과 항균기능을 지닌 chitosan 등의 물질을 도포하거나 필름에 혼합 사용하는 항균필름 및 에틸렌 흡착기능을 첨가한 세라믹 필름 등이 신선 채소 및 최소가공 원예식품의 선도유지를 위한 포장에 광범위하게 이용되는 추세에 있다(이와 양, 1997).

국내 청과물의 포장에 많이 사용되는 플라스틱 필름은 주로 PE와 투명성이 우수한 OPP 필름, 그리고 접착성을 향상시키기 위해 두 재질을 혼합한 다층필름이 이용되고 있다. 특히 진공포장시에는 기능성 필름으로 알려져 있는 별도의 진공용 다층필름이 사용되고 있는데(손 등, 1998), 포장 재질별 신선 청과물에서의 적용효과는 아직 검토되어있지 않다. 특히 진공포장 후 유통온도에 따른 진공도의 변화와 상품성에 대한 검토가 미흡한 실정이다.

신선 청과물이나 최소가공식품은 생리적 활성으로 인해 포장내 가스조성이 변하면서 필름에 따라 각기 다른 양상을 띠게 되므로 일반 가공식품 포장과는 달리 유통온도 변화에 따른 별도의 검토가 필요하다.

본 연구에서는 박피가공 더덕의 포장재질과 포장방법에 따라 품질변화를 조사하여 효과적인 포장방법을 개발하고자 하였다. 아울러 포장 후 유통온도에 따른 품질변화와 포장상태(외형적 변화)를 조사함으로써 최근 유통시스템으로 구축되고 있는 저온 유통 체계 적용성을 검토하였다.

제 2절 포장방법 및 유통온도 구명

1. 연구방법

가. 실험 시료

강원도 횡성군 청일면에서 재배된 밭더덕을 11월 27일 수확하여 농가에서 선별 분류된 더덕을 0℃에서 4개월 저장한 후 시료로 이용하였다. 실험에 사용한 더덕은 칼로 껍질을 벗기고 수돗물에 1분간 침지처리한 후 paper towel로 물기를 제거하고 포장하였다. 포장 당 박피 더덕의 양은 18×23cm(W×L) 크기의 포장 필름백에 10개체를 기준으로 하였다.

나. 포장재질 및 포장방법의 적용

본 연구에서는 50 μ m PE 필름과 진공용 다층필름을 이용, 포장방법을 달리하여 재질별로 효과적인 포장방법을 구명하고 이들 포장방법과 유통온도의 복합적인 효과를

검토함으로써 박피 가공더덕의 유통최적화 모델의 기초자료를 얻고자 하였다.

진공포장용 필름은 20 μ m ONY/40 μ m LDPE/30 μ m LLDPE으로 구성된 3층 필름을 이용하였다.

다. 유통온도의 설정

유통 온도 처리는 실험실에서 모의 유통실험을 거쳤다. 상온유통처리는 15~25℃의 실험실에서, 저온유통처리는 4.0~5.0℃가 유지되는 선반식 냉장고를 이용하였다.

2. 포장방법 및 유통조건 확립

필름의 종류, 포장방법 및 유통 온도 모두 유통 중 상품성에 고도로 유의한 영향을 미쳤으나 상호 복합효과는 없는 것으로 나타났다. 식미 역시 세가지 요인에 의해 뚜렷한 차이가 나타난 것은 물론 요인간 상호복합작용도 있는 것으로 분석되었다 (Table 1).

포장전처리 실험에서 입증되었듯이 일반 밀봉 포장하여 상온 유통시킬 경우, 상품성 저하가 빠르게 일어나므로 어떠한 포장재질이라도 일반 밀봉만으로는 일주일 이상 유통이 불가능하다. 다만 다층진공필름 (MA 조성기능 강화 필름)을 이용하면 일부 상품은 유통 7일 후까지 부분적으로 외형상 상품성은 유지되지만 육질 연화 등의 식미의 저하로 인해 전체적인 품질은 부적합한 것으로 보인다(Table 2). 이에 비해 일반 밀봉 포장 방법이라도 저온 유통체계를 적용하면 PE 필름의 경우에도 유통 7일까지 상품성이 70% 수준으로 유지되었고 다층 기능성 필름의 상품성 유지효과는 최초 상품성의 80%이상 수준을 유지할 수 있는 것으로 보인다.

포장방법은 일반 밀봉방법에 비해 진공포장이 월등한 효과를 보였는데 PE 필름과 다층필름에서 모두 뛰어난 상품성 유지효과를 나타내었다. 특히 진공포장 후 저온유통한 상품은 최소가공 14일후까지 상품성이 90% 수준 이상 유지되는 효과가 있었고 식미지수도 높은 것으로 조사되었다.

이처럼 진공포장은 상품성 유지에 뛰어난 효과를 보이며 저온유통이 어려운 경우 유통 7일째까지는 어느 정도 저온 효과를 대체할 수 있는 것으로 추정되지만 다층 기능성 필름의 경우 유통온도가 15℃ 이상일 경우에는 포장내 진공이 풀리는 현상이

발생함은 물론, 시간이 지나면서 부풀어 올라 상품으로서 판매가 불가능하므로 (Table 3), 진공포장 후 상온유통시 유통기간과 유통온도에 대한 사전 정보를 취합한 후 포장재질을 선택해야 할 것으로 판단된다.

Table 1. Marketability and taste index as influenced by film material, sealing method, and marketing temperature.

Treatment ²	Marketability index		Taste index
	Day 7	Day 14	(Day 14)
PE + seal + ambient	3.5 d ^y	1.5 e	1.0 d
PE + seal + low	6.3 c	3.5 d	1.5 d
PE + vacuum + ambient	5.5 c	2.0 e	5.8 c
PE + vacuum + low	7.5 b	7.0 bc	7.8 ab
ML + seal + ambient	5.8 c	1.3 e	1.0 d
ML + seal + low	8.0 ab	7.8 ab	8.0 ab
ML + vacuum + ambient	7.5 b	6.0 c	7.3 b
ML + vacuum + low	8.8 a	8.5 a	8.5 a
Source of variation			
Film (F)	**	**	**
Sealing (S)	**	**	**
Temperature (T)	**	**	**
F*S	NS	NS	**
F*T	NS	NS	**
S*T	NS	NS	**
F*S*T	NS	NS	**

²PE, 60 μ m PE film; ML, 3-layer film of 20 μ m ONY/40 μ m LDPE/30 μ m LLDPE. Seal, tight sealing; vacuum, vacuum sealing. Low temperature, 4 $^{\circ}$ C; ambient temperature, 15~25 $^{\circ}$ C.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P\leq 0.05$, or at $P\leq 0.01$, respectively.

Table 2. Flesh firmness and surface color 14 days after simulated marketing procedure as influenced by film material, sealing method, and marketing temperature.

Treatment ^z	Flesh firmness	Surface Hunter color		
		'L'	'a'	'b'
PE + seal + ambient	Tissue breakdown	-	-	-
PE + seal + low	Tissue breakdown	-	-	-
PE + vacuum + ambient	Severe softening	66.5±2.0	-11.7±2.9	17.9±1.9
PE + vacuum + low	806±45 ^y	76.0±0.7	-6.8±0.8	13.5±1.4
ML + seal + ambient	Tissue breakdown	-	-	-
ML + seal + low	788±33	78.0±0.6	-1.0±1.4	8.3±0.5
ML + vacuum + ambient	613±86	60.8±1.6	-12.9±2.7	13.3±1.2
ML + vacuum + low	883±63	76.8±1.3	-6.5±2.3	10.2±0.6

^zSame as in Table 1.

^yMean ± SE.

Table 3. Gas concentrations, vacuum maintenance inside the package 14 days after simulated marketing procedure as influenced by film material, sealing method, and marketing temperature.

Treatment ^z	Gas concentration (Day 14)		Vacuum index ^y
	O ₂ (%)	CO ₂ (%)	
PE + seal + ambient	2.5~16.9	4.6~14.9	-
PE + seal + low	4.6~15.3	6.3~17.3	-
PE + vacuum + ambient	2.7~18.0	5.5~15.0	3.0
PE + vacuum + low	Tight vacuum	Tight vacuum	9.0
ML + seal + ambient	Lower than 1.0%	Higher than 70%	-3.0
ML + seal + low	Lower than 1.0%	Around 50%	-3.0
ML + vacuum + ambient	Lower than 1.0%	Higher than 70%	-7.0
ML + vacuum + low	Tight vacuum	Tight vacuum	9.0

^zSame as in Table 1.

^yVacuum index: 9-7, tight vacuum; 5, half-released; 0, completely released; -5, half-inflated; -9, extremely inflated.

한편, 3층 진공필름을 이용하여 진공포장 후 4℃에서 7일간 보관한 후 온도가 다른 유통환경을 적용하여 상품성과 품질 변화를 조사한 결과, 보관중에는 상품성과 식미의 변화가 없었다. 유통 7일까지는 20℃ 유통에서도 육안 판정에 의한 더덕의 상품성은 양호하였으나(Fig. 1) 식미 지수가 낮은데다(Table 4) 진공이 풀리는 현상에 의해 전반적인 상품성은 떨어지는 것으로 나타났다(Table 5). 유통기간이 길어질수록 유통온도에 따른 상품성의 저하는 급격히 진행되는 경향을 보였는데 14일 유통시 20℃ 유통 상품은 현저한 상품성 저하를 보였고 15℃ 유통 상품도 조직의 연화현상이 나타나면서 포장이 부푸는 현상을 보였다. 이러한 결과를 볼 때, 7일 이상의 유통기한을 적용하려면 10℃ 정도의 저온유통이 필수적인 것으로 판단된다. 한편, 7일간 4℃ 저온 보관 후 10℃에서 14일 유통시킬 경우, 상품성, 식미는 우수한 수준을 유지하지만 진공도가 다소 풀림으로써 포장내 더덕이 흐트러지므로 10℃ 유통시에는 스티로폼 tray를 사용하는 등 별도의 조치가 필요한 것으로 보인다.

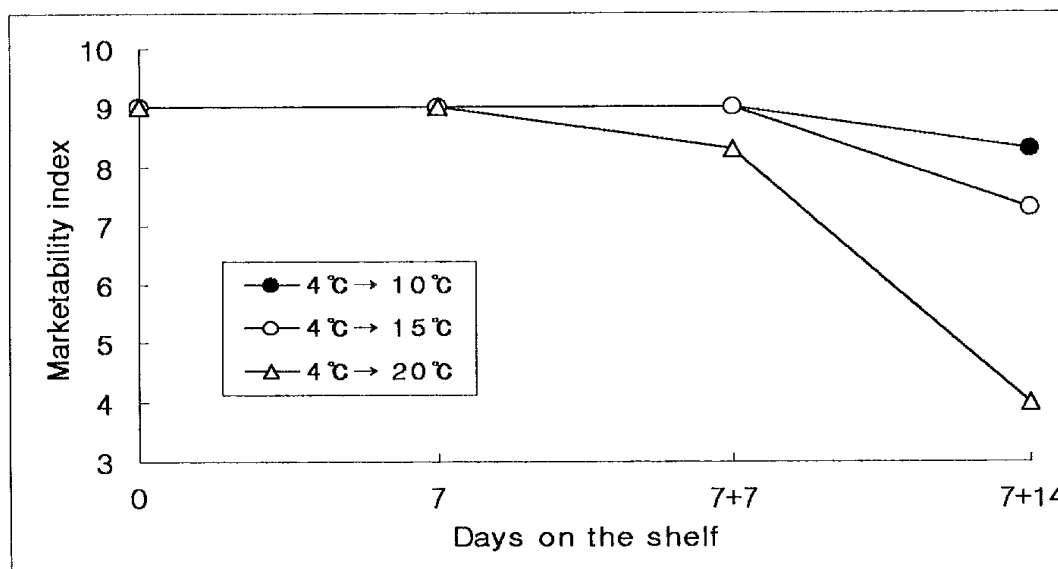


Fig. 1. Changes in marketability index of vacuum-packaged lance Asia bell roots in functional 3-layer film as influenced by shelf temperature. The roots were held at 4℃ until day 7 and transferred to marketing shelf: 7+7 and 7+14 indicate that 7 days at 4℃ and additional 7 and 14 days on the shelf at respective temperature.

Table 4. Changes in taste index, flesh firmness, and surface color of vacuum-packaged peeled lance Asia bell roots packaged in 3-layer active film as influenced by shelf temperature after 7 day storage at 4°C.

Shelf temperature	Taste index			Flesh firmness (7+14)	Surface Hunter color (7+14)		
	7+0 ^z	7+7	7+14		'L'	'a'	'b'
10°C	9.0	9.0	8.0 a	780±49	78.0 a	-11.5	-14.1
15°C	9.0	6.0	4.3 b	Severe softening	74.7 b	-6.8	-11.8
20°C	8.7	1.0	-	Tissue breakdown	-	-	-

^z7+0 indicates the day of transfer to marketing shelf after 7 days at 4°C storage; 7+7 and 7+14, 7 days at 4°C and additional 7 and 14 days on the shelf at respective temperature.

Table 5. Changes in vacuum index and gas concentrations after vacuum-packaging with 3-layer active film as influenced by shelf temperature.

Shelf temperature	Vacuum index ^y			Gas concentration (7+14 days)	
	7+0 ^z	7+7	7+14	O ₂	CO ₂
7 days at 4°C→ 10°C on the shelf	9	9	3	Lower than 0.5%	Above 75%
7 days at 4°C→ 15°C on the shelf	9	3	-6	Lower than 0.5%	70~75%
7 days at 4°C→ 20°C on the shelf	9	0	-9	Lower than 0.5%	65~75%

^z7+0 indicates the day of transfer to marketing shelf after 7 days at 4°C storage; 7+7 and 7+14, 7 days at 4°C and additional 7 and 14 days on the shelf at respective temperature.

^yVacuum index: 9-7, tight vacuum; 5, half-released; 0, completely released; -5, half-inflated; -9, extremely inflated.

진공포장시 질소치환을 병행하는 포장방법은 단순 진공포장에 비해 상품성과 식미 유지효과에 뚜렷한 향상 효과를 보이지 않았으며(Table 6), 육질 경도, 표면 색도에 있어서도 큰 차이가 없었다(Table 7). 그러나 질소 치환 진공 포장은 뛰어난 미생물 활성 저하효과를 보였는데(Table 8), 특히 유통 14일에는 질소치환 진공포장 후 상온유통한 더덕에서의 세균 활성이 진공포장 후 저온유통한 더덕에서보다 낮은 것으로 조사되어 상온에서 포장이 부패는 현상만 문제되지 않는다면 식품위생 측면에서 활용이 가능할 것으로 보인다.

Table 6. Changes in marketability and taste index by packaging methods in lance Asia bell roots during simulated marketing procedure.

Packaging and Marketing		Marketability index		Taste index	
Packaging ^z	Shelf temperature	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14
Vacuum	Ambient	7.7	7.0	8.3	7.3
Vacuum	4°C	8.7	7.7	9.0	8.0
Vacuum + N ₂	Ambient	8.0	7.0	8.7	7.7
Vacuum + N ₂	4°C	8.3	8.0	9.0	7.7

^zN₂ indicates vacuum sealing with nitrogen flushing.

Table 7. Changes in flesh firmness, and surface color of peeled lance Asia bell roots as influenced by packaging methods during simulated marketing procedure.

Packaging and Marketing		Flesh firmness		Surface Hunter color					
Packaging ^z	Shelf temperature	Day 7	Day 14	'L'		'a'		'b'	
				D 7	D 14	D 7	D 14	D 7	D 14
Vacuum	Ambient	925	910	76.7	75.7	-5.4	-9.2	9.9	10.7
Vacuum	4°C	843	880	78.7	76.0	-9.5	-9.5	9.1	10.4
Vacuum + N ₂	Ambient	896	839	76.0	74.3	-9.8	-10.8	11.4	12.6
Vacuum + N ₂	4°C	818	787	79.0	77.0	-3.0	-5.0	10.4	14.5

^zN₂ indicates vacuum sealing with nitrogen flushing.

Table 8. Microorganism activities in peeled lance Asia bell roots during simulated marketing procedure as influenced by packaging methods.

Packaging and Marketing		Day 7		Day 14	
Packaging ^z	Shelf temperature	Bacteria	Mold	Bacteria	Mold
Vacuum	Ambient	190.0 × 10 ²	178.0 × 10 ²	103.0 × 10 ²	≤ 10 ²
Vacuum	4°C	3.0 × 10 ²	3.0 × 10 ²	12.0 × 10 ²	≤ 10 ²
Vacuum + N ₂	Ambient	54.0 × 10 ²	3.0 × 10 ²	4.0 × 10 ²	≤ 10 ²
Vacuum + N ₂	4°C	7.5 × 10 ²	5.0 × 10 ²	7.5 × 10 ²	5.5 × 10 ²

^zN₂ indicates vacuum sealing with nitrogen flushing.

제 3절 기능성 포장재 선발

1. 연구방법

기능성 포장재 연구는 포장 및 유통 최적화 모델을 설정하기 위한 필름 선택의 일환으로 수행하였다.

기능성 포장재는 실험적으로 기능성을 부여하기 쉬운 40 μ m OPP 필름을 사용하였고, 신선 원예식품에 이용되는 계면활성제와 chitosan의 수준에 맞추어(이와 양, 1997) 방담기능과 항균기능을 부여하였다. 방담기능성 필름은 계면 활성제 Tween-20 0.2% 용액을 OPP 필름에 얇게 도포하여 제작하였고 항균기능 필름은 chitosan을 젯산에 녹인 후 도포하여 사용하였다. 키토산 용액은 고분자 chitosan (Aldrich 41,941-9)을 0.2N 젯산에 녹인 후 1N NaOH로 pH 5.5가 되도록 적정하고 chitosan의 최종 농도가 1.5%, 계면활성제인 Tween-20의 농도는 0.2%가 되도록 제조하였다.

기능성 포장재의 효과는 도포한 기능성 용액이 필름 표면에 고정된 후, 박피 가공한 더덕 10 개체를 밀봉 포장하여 4°C에서 모의유통 과정을 거치면서 조사하였다.

2. 기능성 포장재 효과

60 μ m PE 필름 포장의 효과와 비교할 때, 방담 기능 필름으로 포장한 더덕의 상품성은 유통 14일까지, 식미는 유통 7일까지 우수하게 나타났고 육질의 경도가 높은 경향이였다(Table 9). 표면의 Hunter 색도를 보면 'L' 값은 뚜렷한 차이가 없었던 반면, 'a', 'b' 값은 유통 7일까지 방담필름 포장에서 낮은 경향을 보였다(Table 10).

Chitosan은 근래에 많은 유도물질이 개발되어 식품분야에 이용되고 있으며 항균성과 보습성이 뛰어나 식품의 저장성을 증대시키는 것으로 보고되고 있다(이와 조, 1998; 전 등, 1997). Chitosan을 필름에 혼합하여 압축성형하거나 도포처리하는 chitosan 필름은 미생물 활성을 낮춤으로써 상추, 딸기 등의 유통에는 효과적인 것으로 보고되었으나(이와 양, 1997), 본 연구에서는 키토산 도포처리가 오히려 상품성에 역효과를 주는 것으로 나타났다. 키토산 필름 포장에서는 더덕의 색깔이 부분적으로 노랗게 변색됨으로써 상품성이 저하되었는데 이러한 결과는 키토산을 녹일 때 사용한 젖산의 영향인 것으로 추정된다. 이후, 기능성 포장재에 대한 연구는 실험실 차원이 아닌 상업적 차원에서의 제조 공정이 가능해진 후 현장실험을 통해 확인되어야 할 과제로 판단된다.

Table 9. Changes in marketability, taste index, and flesh firmness of fall-season lance Asia bell roots during simulated marketing procedure at 4°C as influenced by active packaging methods.

Active packaging	Marketability index		Taste index		Flesh firmness	
	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14
60 μ m PE : control	8.3	5.7	8.0 b ^z	8.0	643	652 a
40 μ m OPP + anti-fog	9.0	7.0	9.0 a	7.7	677	702 a
40 μ m OPP + chitosan	8.0	5.7	9.0 a	7.3	599	582 b

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

Table 10. Changes in surface Hunter color of peeled fall-season lance Asia bell roots in active packages during simulated marketing procedure at 4°C.

Active packaging	'L'		'a'		'b'	
	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14	Day 7	Day 14
60 μ m PE : control	77.0	73.0	-1.0 a ²	-14.9	10.5 a	11.2 b
40 μ m OPP + anti-fog	76.3	74.2	-4.9 b	-14.1	6.7 b	11.7 b
40 μ m OPP + chitosan	75.5	70.8	-3.7 ab	-13.7	7.5 ab	14.1 a

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

제 4절 결론

국내의 유통 현실을 고려할 때 박피 더덕의 포장방법 및 유통환경은 다양하게 나타날 것이며 각각의 유통체계별 예측되는 상품성의 변화와 유통기간은 상이하다. 가장 바람직한 유통체계는 PE 필름이나 다층 기능성 필름을 이용한 후 저온보관 및 유통하는 방법이며 이 경우 최소가공 후 21일 까지 상품성의 변질없이 유통이 가능하다. 다층 기능성 필름은 PE 필름에 비해 상품성 유지효과는 우수한 것으로 평가되며 진공포장기가 없는 경우 대체 사용할 수 있는 포장방법이지만 15°C 이하의 저온이 아니라면 포장의 부풀현상(inflation)의 위험성이 크므로 유통기간 중 온도가 상승하지 않는 늦가을 초봄까지가 아니면 냉장유통이 필수적인 조건으로 작용한다. 이에 비해 저온유통 체계가 갖추어지지 않아 상온 유통을 할 경우나 기온이 높은 때에는 진공포장을 하되 PE 필름을 이용하여야만 포장이 부푸는 현상을 막을 수 있으므로 포장 후 어떠한 유통환경을 거치는가에 따라 필름재질을 선택해야 할 것이다.

한편 필름의 기능성에 있어서는 진공포장 및 다양한 유통환경에 적합한 PE 필름을 기본소재로 한다면 방담처리가 적합한 것으로 보이는데 PE 필름에 방담기능을 추가하는 것은 필름제조 기술의 개발이 뒤따라야 할 것으로 보인다.

여 백

제 6장 반가공 상품개발

제 1절 서설: 상품 개발 과정

더덕은 식물학적 특성으로 인해 생더덕을 구매시 조리 과정이 까다롭기 때문에 소비가 제한적인 것으로 추정되고 있다. 특히 가정에서는 흙을 씻어내고 껍질을 벗기는 번거로움이 있고 박피 과정에서 분비되는 점성물질로 인해 손이 더러워지기 때문에 주부들이 기피하고 있다. 많은 수요가 창출되는 요식업소의 경우에도 생더덕을 자체 조리하기에는 일손이 많이 드는 까닭에 대부분 박피 더덕을 구입하여 사용하는 경향이다. 이처럼 소비자의 편의성을 위해 최소가공 수준인 박피 더덕이 유통되고 있으나 박피더덕 역시 양념처리를 거쳐야하는 번거로움이 남아 소비 확대의 걸림돌로 작용하고 있다. 따라서 더덕의 소비를 확대하기 위해서는 바로 소비가 가능한 반제품 단계까지 가공되는 것이 필요한 것으로 판단되고 있다. 즉 소비자가 포장을 제거하고 양념처리된 더덕을 바로 굽기만 하도록 가공 수준을 높인다면 가정이나 요식업소 뿐 아니라 레저용 식품으로 이용이 가능하므로 새로운 수요를 창출할 수 있을 것이다.

그러나 지나친 가공처리는 더덕 고유의 맛을 변화시키고 변패를 조장할 수 있으며 양념처리는 진공포장시 조미액이 밖으로 번질 우려가 있고 오히려 육질의 연화를 촉진하여 더덕이 지닌 독특한 조직감을 저하시킬 가능성이 크다. 따라서 더덕의 가공 단계 수준은 기본 재료의 물리적 가공수준, 즉 박피, 절편화, 압착가공 가능성을 우선 타진한 후 그 결과에 따라 조미가공의 수준을 정해야 할 것이다.

본 연구에서는 단순 박피에 국한했던 최소가공 단계를 지나 절편(slicing), 압착가공으로 확대하고 이러한 물리적 가공수준별 상품성을 검토한 후, 조미처리의 가능성을 타진하였다. 조미처리는 다양한 조미소재의 혼합비율에 따라 더덕의 양념에 가장 적합한 조미액(paste)을 개발하고, 조미액 처리후 포장, 유통중 상품성과 식품안전성을 조사하여 즉석 조리가 가능한 더덕 구이용 반가공 제품(pre-cook product, ready-barbecue product)을 개발하고자 하였다.

제 2절 반가공품 상품화

1. 가공공정

가. 상품 제조 과정 및 상품성 조사

더덕은 세척, 박피, 박피 후 종절단, 오존수 침지 또는 오존수 침지 후 압착, 조미, 진공포장의 과정으로 제조하였다. 오존수 침지처리는 오존발생장치(Model Superozon-15, (주) 테영)를 사용하였고, 오존 농도는 가스검지관(CX-100II, Ebara Co., Japan)을 이용하여 조절하였다. 오존수 침지는 1.0ppm에서 1분 침지처리하였다. 침지 후 포장한 더덕은 저온 및 상온에서 14일간 보존하면서 0일, 7일, 14일에 상품성과 관능지수 및 미생물 활성을 조사하였다. 식미조사(taste index)는 반가공품 더덕을 석쇠에서 구운 후 관능검사 항목에 따라 실시하였다. 더덕의 식미조사는 9점 만점 채점법에 의하여 조사하였다.

나. 더덕구이용 조미액 제조 및 조미더덕의 관능검사

고추장을 기본으로 간장, 설탕, 물엿 등의 부재료를 첨가하여 제조하였으며, 더덕 중량:조미액=2:1의 비율로 첨가하였다. 조미더덕의 관능 평가는 석쇠에 구운 후 실시하였고 평가의 객관성을 높이기 위해 9점 채점법 대신 5점 채점법으로 관능지수화하였다. 관능지수는 5계급을 두고 맛의 정도에 따라 아주 좋은 경우 5점, 보통 3점, 나쁜 경우 1점으로 구분하였다.

2. 물리적 가공 범위의 설정

더덕을 박피한 후 수돗물 침지처리하여 절편, 혹은 압착가공한 후 60 μ m PE 필름 지퍼백에 일반 포장한 경우에는 7 $^{\circ}$ C 저온에서 모의 유통하여도 7일 경과시 박피직후 대비 70% 이하 수준으로 상품성이 저하되고 부패가 발생하였으며 미생물 수준이 높게 나타났다(Table 1). 이에 비해 본 기술개발 과제의 연구결과를 활용하여 오존수 침지 방법을 적용하고 3층-기능성 필름으로 진공포장하여 유통시킨 경우, 상온에서는 7일 후 상품성과 식미가 부적합한 수준이었으나 저온 유통시에는 14일 까지도 상

품질이 양호하게 유지되었다. 그러나 압착가공한 더덕은 상품성이 떨어지는데다 식미가 아주 낮게 나타났다(Table 2). 또한 박테리아와 곰팡이의 활성이 급격히 증가하여(Table 3) 압착가공한 더덕을 조미처리 등 최종가공수준으로 확대하기에는 부적합한 것으로 판단되었다.

Table 1. Marketability, incidence of decay, and microorganism activity of processed lance Asia bell roots after 7 day simulated marketing at 7 °C as influenced by processing stages.

Processing stage ^z	Marketability	% decay	Microorganism
First	5.7 a ^y	6.7	>10 ⁵
Second	3.3 b	10.0	>10 ⁵
Third	2.7 b	13.3	>10 ⁵

^zProcessing stage: first, peeling only; second, peeling + longitudinal slicing into half; third, peeling + slicing + pressing. Roots were dipped in tap water and, after processing, packaged in 18×23cm(W×L), PE film zipper bags.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at P=0.05.

Table 2. Changes in marketability and taste index of processed lance Asia bell roots during simulated marketing at ambient and low temperature at 7°C.

Shelf temp.	Processing ^z	Day 0		Day 7		Day 14	
		Market index	Taste index	Market index	Taste index	Market index	Taste index
Ambient	First	9	9	5	4	3	2
	Second	9	9	5	4	2	2
	Third	9	9	4	3	2	2
Low	First	9	9	9	9	8	8
	Second	9	9	9	9	8	8
	Third	9	9	7	8	7	3

^zProcessing stage: first, peeling only; second, peeling + longitudinal slicing into half; third, peeling + slicing + pressing. Roots were dipped in 0.5ppm ozonated water and, after processing, vacuum packaged in 18×23cm(W×L), 3-layer film bags.

Table 3. Changes in microorganism activities of processed lance Asia bell roots during simulated marketing at ambient and low temperature at 7°C.

Shelf temp.	Processing ^z	Day 0		Day 7		Day 14	
		Bacteria	Mold + yeast	Bacteria	Mold + yeast	Bacteria	Mold + yeast
Ambient	First	6.6×10 ³	1.3×10 ³	>10 ⁵	93.8×10 ³	>10 ⁵	>10 ⁵
	Second	7.1×10 ³	0.4×10 ³	>10 ⁵	42.4×10 ³	>10 ⁵	>10 ⁵
	Third	2.8×10 ³	0.9×10 ³	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵	>10 ⁵
Low	First	2.3×10 ³	0.8×10 ³	8.1×10 ³	0.3×10 ³	6.6×10 ³	1.3×10 ³
	Second	5.2×10 ³	0.5×10 ³	5.5×10 ³	2.8×10 ³	12.3×10 ³	0.7×10 ³
	Third	1.7×10 ³	1.1×10 ³	47.6×10 ³	9.3×10 ³	>10 ⁵	67.5×10 ³

^zProcessing stage: first, peeling only; second, peeling + longitudinal slicing into half; third, peeling + slicing + pressing. Roots were dipped in 0.5ppm ozonated water and, after processing, vacuum packaged in 18×23cm(W×L), 3-layer film bags.

3. 반가공 제품 모델

물리적 가공수준 실험 결과를 활용하여 더덕을 박피, 종절단한 후 양념처리를 하고 석쇠에서 구워 관능조사를 수행한 결과, paste용 조미액은 고추장 83%, 설탕 6%, 물엿 4%, 참기름 4%, 통깨 3%의 배합비로 제조한 후 더덕 중량의 50%의 양을 조미처리한 것이 우수한 것으로 나타났다(Tables 4, 5).

Table 4. Seasoning recipes for processed lance Asia bell roots.

Constituents	Recipe 1	Recipe 2	Recipe 3	Recipe 4
Hot pepper sauce	100	87	78	83
Soybean sauce	0	10	5	0
Sugar	0	3	6	6
Syrup	0	0	4	4
Sesame oil	0	0	4	4
Sesame	0	0	3	3
Total	100	100	100	100

Table 5. Sensory evaluation of seasoned pre-cook products of lance Asia bell roots after barbecue.

Taste parameter	Recipe 1 ^z	Recipe 2	Recipe 3	Recipe 4
Saltiness	3.2	2.9	3.7	4.3
Sweetness	3.2	3.4	4.1	4.2
Viscosity	2.7	4.2	3.9	3.8
Color	4.8	3.9	3.3	4.2
Hotness	3.3	3.7	3.6	3.9
Flavor	3.1	3.6	4.2	4.4
Overall	3.38	3.62	3.80	4.13

^zProcessing procedure: peeling → longitudinal half-slicing → ozonated water dip → seasoning → vacuum packaging in 18×23cm(W×L), 3-layer film bags. Amount of seasoning used were half of the roots by weight ratio.

조미액 paste 처리효과를 보면, 조미 더덕은 상온유통시에도 14일까지 상품성이 80% 수준을 유지하지만 식미의 감소가 심한 것으로 나타나 조미처리를 하더라도 반가공제품의 상온유통은 부적절한 것으로 판단된다(Table 6). 이에 비해 저온유통시에는 14일 유통 후에도 무조미 더덕은 상품성과 식미지수 모두 90% 수준을 유지하였고 조미더덕의 경우에는 상품성 90%, 식미지수 80%수준이 유지되었다. 상온유통시 조미더덕의 상품성 유지는 조미처리에 의해 갈변현상이 나타나지 않거나 변색이 진행되더라도 변색증상이 감추어지는 ‘masking 효과’가 나타나는 것으로 추정되었다.

조직감에 있어서는 무조미 더덕은 상온유통시 조직붕괴가 심하여 경도 측정이 불가능한 정도로 연화가 진행된 반면 조미더덕은 14일까지도 조직 경도가 유지되는 효과가 있었다(Table 7). 그러나 저온 유통시에는 오히려 조미더덕의 경도가 무조미 더덕보다 낮은 것으로 조사되었는데 이러한 차이는 조미더덕이 세균 활성이 초기에 오히려 높게 유지되면서(Table 8) 조미처리에 의한 조직와해(maceration effects) 현상과 맞물려 세균에 의한 연화가 급속히 진행된 결과로 해석된다.

Table 6. Marketability and taste index of non-seasoned and seasoned pre-cook products of lance Asia bell roots.

Shelf temp.	Seasoning ^z	Day 0		Day 7		Day 14	
		Market index	Taste index	Market index	Taste index	Market index	Taste index
Ambient	None	9	9	2	2	1	1
	Paste	9	9	7	3	7	1
Low: 7°C	None	9	9	8	8	8	8
	Paste	9	9	8	9	7	8

^zProcessing procedure: peeling → longitudinal half-slicing → ozonated water dip → seasoning → vacuum packaging in 18×23cm(W×L), 3-layer film bags. Seasoning recipe #4 was pasted using half amount of the roots by weight ratio.

Table 7. Changes in flesh firmness of non-seasoned and seasoned pre-cook products of lance Asia bell roots.

Shelf temperature	Seasoning ^z	Day 0	Day 7	Day 14
Ambient	None	829.0 ^y	Breakdown	Breakdown
	Paste	407.6	419.4	507.5
Low: 7°C	None	834.7	622.4	560.8
	Paste	276.2	275.6	243.3

^zProcessing procedure: peeling → longitudinal half-slicing → ozonated water dip → seasoning → vacuum packaging in 18×23cm(W×L), 3-layer film bags. Seasoning recipe #4 was pasted using half amount of the roots by weight ratio.

^yg force/2mm Ø

Table 8. Microorganism activity of non-seasoned and seasoned pre-cook products of lance Asia bell roots.

Shelf temp.	Seasoning ^z	Day 0		Day 7		Day 14	
		Bacteria	Mold + yeast	Bacteria	Mold + yeast	Bacteria	Mold + yeast
Ambient	None	6.3×10^5	0.8×10^3	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$	$>10^5$
	Paste	7.8×10^5	1.3×10^3	85.6×10^3	7.9×10^3	$>10^5$	84.5×10^3
Low: 7°C	None	4.4×10^5	1.1×10^3	7.4×10^3	2.1×10^3	23.7×10^3	7.6×10^3
	Paste	8.2×10^5	0.9×10^3	11.2×10^3	1.6×10^3	10.6×10^3	2.1×10^3

^zProcessing procedure: peeling → longitudinal half-slicing → ozonated water dip → seasoning → vacuum packaging in 18×23cm(W×L), 3-layer film bags. Seasoning recipe #4 in Table 5 was pasted using half amount of the roots by weight ratio.

한편, 조미액 처리한 후 진공포장을 하면 시간이 경과하면서 조미액이 스며나와 포장 전체로 번짐으로써 상품성 전체가 떨어지는 결과를 초래되었다(Fig. 1-A).

이러한 연구결과를 종합해 볼 때, 최종 소비단계에서 다소의 불편은 있으나 조미액을 별도로 분리 포장하는 더덕구이 제품(Fig. 1-B)이 상품모델로써 적합한 것으로 판단되었다.

4. 결론

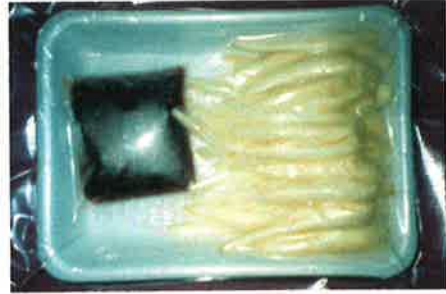
즉석 구이용 더덕 반가공품 개발을 위한 실험 결과 박피 후 절편 가공수준까지는 양호한 상품성 유지효과를 보이지만 압착가공 처리는 식미의 저하와 미생물 오염이 심한 것으로 나타나 반가공품 개발을 위한 물리적 가공적성은 박피 후 절편 절단까지가 적합한 것으로 조사되었다.

조미처리는 상온유통시 상품성 유지효과는 있으나 식미의 저하로 인해 조미처리 자체로 상온 유통에서의 품질열화를 대체할 수는 없는 것으로 조사되었으며, 조미더덕이나 무조미 더덕을 14일 이상 유통시키기 위해서는 저온유통이 필수적인 것으로 나타났다.

가공 후 진공포장 제품의 상품성 등을 고려할 때, 반가공 더덕 제품은, '세척 + 박피 후 1/2 종절단 + 0.5~1.0ppm 오존수 1분 침지 + styrofoam tray 배열 + 조미 paste 별도 포장 + 기능성 필름 진공포장'의 공정을 적용할 때, 7℃에서 2주 이상의 유통 가능한 상품의 개발이 가능하였다. 앞으로의 연구는 편이성 증대를 위해 조미액 paste 가공처리한 더덕을 포장할 경우 조미액이 스며나오지 않도록 이중포장 방법 등을 개발하여야 하는 과제가 남아있다.



A



B

Fig. 1. Development of pre-cook processed lance Asia bell roots.

A. Paste seasoned roots.

B. Separate packaging of seasoning

Processing procedure was: peeling → longitudinal half-slicing → ozonated water dip → seasoning → vacuum packaging in 18×23 cm(W×L), 3-layer film bags. Seasoning recipe #4 in Table 4 was pasted using half amount of the roots by weight ratio.

여 백

제 7장 세척·박피 공정 개선

제 1절 연구목적 및 방법

1. 연구의 필요성

더덕은 흙이 묻은 상태로 수확, 저장되는데다가 표피조직에 황으로 골이 파여 있어서 껍질을 완전히 제거한 후에야 최소 가공 및 반제품 가공이 가능하다. 현재 더덕의 박피는 대부분 수작업에 의존하고 있는데 칼로 껍질을 제거할 때 지나치게 되면 제품중량의 손실은 물론 폐기물의 문제가 발생한다. 또한 칼로 박피할 경우, 뿌리 표면의 토양 미생물이 칼을 통해 지속적으로 감염되기 때문에 위생적으로 문제가 발생하기 쉽다. 현장에서는 노동력 절감과 위생성 향상을 위해 자동 세척·박피기가 요구되고 있는데 아직까지 만족할 만한 기기 모델이 제시되지 않고 있다.

현재 국내에서 사용되는 근채류 세척기는 무, 당근, 도라지의 최소가공에 이용되고 있으며 작물에 따라 원통형 드럼식과 회전 brush형으로 대별된다. 표면 조직이 매끄러운 작물은 드럼식이나 회전 brushing 방법으로 비교적 쉽게 박피가 가능한 반면 더덕과 같이 표면에 주름이 있고 거친 작물은 박피공정의 기계화가 어려운 문제점이 있다.

더덕 가공공장에서 사용하는 세척·박피기는 주로 천공형 드럼식을 사용하여 더덕을 드럼 내부에 투입하고 드럼을 회전시키면서 원통형 드럼의 천공면에 더덕이 부딪치면서 마찰력에 의해 껍질이 제거되는 과정을 거친다. 그러나 이 과정에서는 더덕이 심한 상처를 입게 마련이고 주름진 표면 안까지 완전히 깎아내기 위해서는 껍질은 물론 육질부까지 제거해야하므로 불가피하게 많은 양의 손실이 발생하게 된다. 더덕 박피기의 유형조사 결과, 드럼식 박피기는 용량과 회전력을 증대시켜도 완전한 박피가 어려운 것으로 나타났다.

2. 기기 모델 도출 방법

본 연구에서는 원통형 드럼 기기를 대체하기 위해 가장 바깥 쪽의 껍질만을 제거

할 수 있는 brush 부착형 박피기를 시험 제작하여 작동시간별 박피 효율을 검정하였다. 박피 효율은 수작업에 의한 박피 더덕의 상품성과 비교하였으며 토양오염물질과 미생물을 제거 효과를 검토하여 기계박피시 박피가공 더덕의 상품화 가능성을 타진하였다. 또한 박피 정도가 미흡할 경우, 오존수 처리의 병행시 효과를 아울러 조사하였고 기기의 구성과 작동원리의 개선안을 제시하였다.

제 2절 세척 · 박피기 모델

1. 세척 · 박피기 구조 및 구성

기존에 사용되는 도라지 박피기를 응용하여 제작하였으며 세척과 박피를 동시에 수행할 수 있도록 물 분사 장치와 brush 회전 장치를 조합하였다(Fig. 1). 박피효율의 증대를 위해 고안된 역방향 구동식 형태의 최초의 설계(Fig. 1-c)는 brush의 작동이 원활하지 못하여 동방향 구동식(Fig. 1-d)으로 변경 제작하였다.

2. 세척, 박피 공정의 효과

현장 적용을 위해 단시간 작동을 목표로 박피 공정 전처리와 세척 시간별 효과를 검토한 결과(Tables 1, 2), 박피 효과는 기기의 가동시간을 연장하거나 공정전 침지 처리 등에 의해 다소 향상되는 것으로 나타났으나 그 효과가 미미하여 현장에서 적용시 최적화 공정은 특별한 사전 처리 없이 10분 가동(5분 가동 + 살수 + 5분 재가동)이 효율적인 것으로 판명되었으며 박피공정에 따른 유통중 상품성과 품질의 저하는 없었다(Table 3). 현재 개발한 기기의 최적화 공정에 의해 약 70~80% 정도의 박피율을 보이고 있으나 현행 유통체계하에서는 최소가공 후 바로 포장하여 판매하는 상품으로써는 부적합한 것으로 판단되었다.

그러나 박피공정을 거친 더덕은 수작업 더덕에 비해 표피 보호조직의 손실이 적어 육질의 경도가 높게 조사되었으며 이러한 결과는 반가공 조미더덕 가공시 선택에 의한 상품성 저하가 적고 소비자의 인식만 바뀐다면 상품성 유지에 오히려 효과적일 수 있음을 시사해주었다.

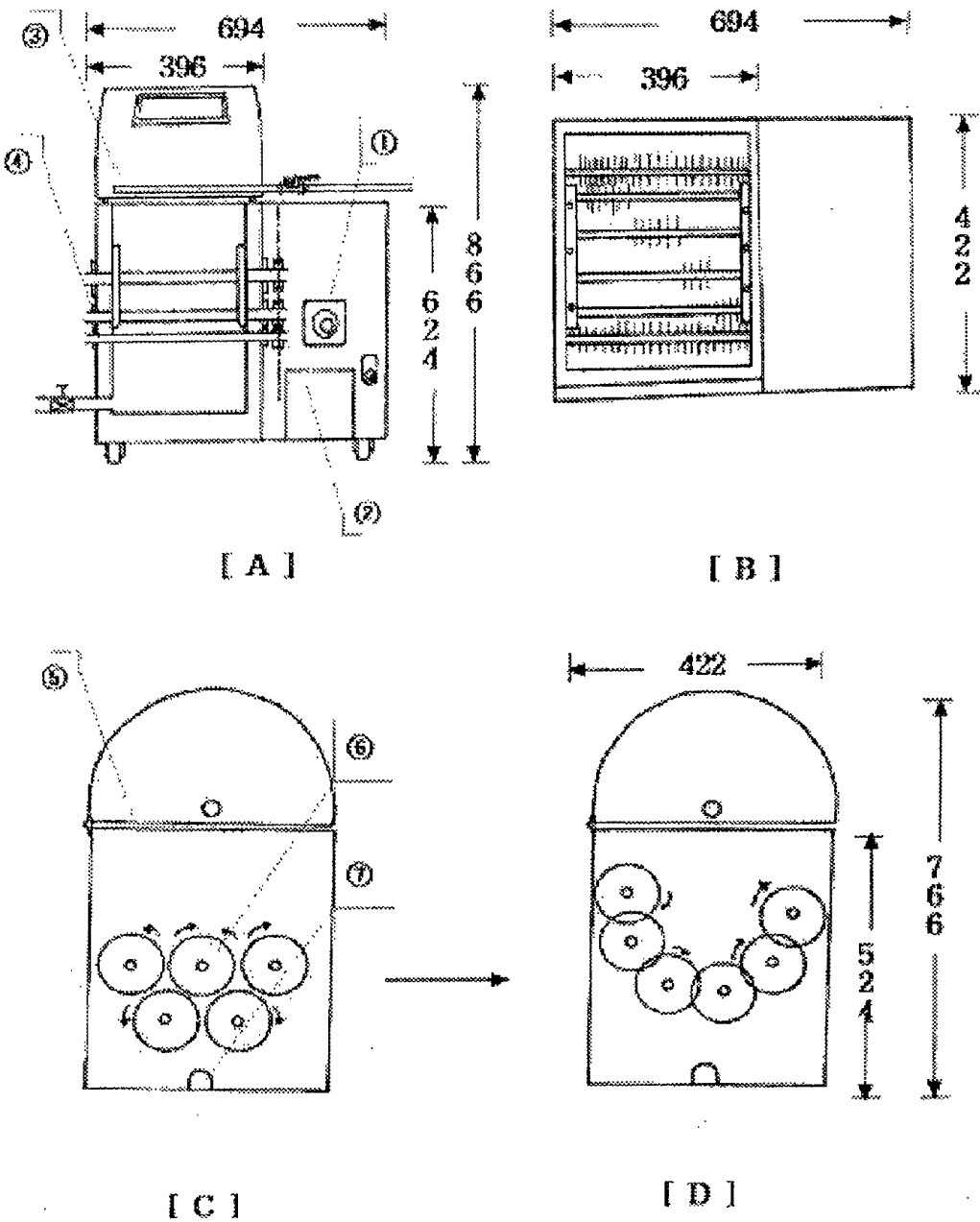


Fig. 1. Illustration of brush-type peeling machine.
 A: Front view B: Top view C: Left-side view (before improvement)
 D: Left-side view (after improvement)

① Control box	② Motor	③ Water spray line	④ Bearing
⑤ Open top	⑥ Brush	⑦ Drain valve	

Table 1. Washing and peeling efficiency in lance Asia bell roots by operation time of brush-type peeling machine.

Operation time	Marketability	Surface Hunter color		
		'L'	'a'	'b'
5 min (once)	4.8 c ^z	60.7 c	10.8 a	4.8 c
10 min (5 min×2)	6.8 b	73.5 b	2.7 b	6.8 b
30 min (5 min×6)	7.2 b	71.7 b	5.0 ab	7.2 b
Control: Watering + hand peeling	9.0 a	82.0 a	7.2 ab	9.0 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 2. Effects of dip treatments before mechanical peeling procedure on the marketability and surface color of lance Asia bell roots.

Dip treatment	Marketability index	Surface Hunter color		
		'L'	'a'	'b'
24 hrs in 20°C water	7.2 a ^z	73.5 ab	2.7 a	27.7 ab
10 min in 45°C water	7.2 a	69.4 b	3.1 a	29.6 a
30 min in 45°C water	7.3 a	70.2 ab	5.9 a	23.7 b
Control: no dip	6.8 a	75.9 a	7.2 a	29.6 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 3. Differences in marketability and quality attributes of lance Asia bell roots as influenced by washing and peeling procedures.

Washing and Peeling	Market index	Surface Hunter color			Tissue firmness	
		'L'	'a'	'b'	Skin	Flesh
Dry brushing	3.0 d ^z	39.5 d	6.3 a	19.6 b	1,291 a	1,068 a
Water cleaning	5.0 c	59.0 c	5.5 a	30.7 a	1,521 a	1,104 a
Water cleaning + hand peeling	9.0 a	74.9 c	8.4 a	5.9 c	942 b	772 b
Optimized mechanical procedure 10 min: 5 min + spray + 5 min	7.5 b	81.5 a	5.5 a	22.9 ab	1,299 a	1,054 a

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

그러나 본 연구에서 제시한 세척 박피기 모델은 세척효과가 뛰어나 5분 공정 후 더덕에 묻은 흙이 완전히 제거되며 미생물 감소효과는 70%이상을 보임으로써 위생적인 박피 전 세척기로 활용이 가능한 것으로 판단되었다(Table 4).

한편, 박피기 가동시 크기가 작은 더덕은 brushing-line 아래로 떨어져 내리거나 뿌리 밑부분(하부 조직)이 일부 파쇄되는 현상을 보이므로 일정한 크기 이상의 더덕을 선별하여 박피공정을 거치는 것이 효율성을 제고할 것으로 보이며 brushing에 의한 하부 조직의 파손은 상품 제조시 절단처리 함으로써 큰 문제는 없을 것으로 추정되었다.

Table 4. Microorganism activities in lance Asia bell roots as influenced by washing and peeling procedures.

Washing and Peeling	Microorganism activity (CFU/g fw)		
	Bacteria	Mold + yeast	Total
Dry brushing	3,254	8,976	12,500
Water cleaning	3,120	6,750	9,870
Water cleaning + hand peeling	1,520	1,202	2,712
Optimized mechanical procedure 10 min: 5 min + spray + 5 min	2,048	1,357	3,405

3. 오존수 병행처리 효과

기계 박피 공정을 거친 더덕은 수작업에 의한 더덕의 상품성과 위생성에 떨어지므로 이를 향상시키기 위하여 박피공정 후 오존수 처리를 병행한 후 선택 향상 효과를 조사하였다(Table 5). 기계박피 더덕은 수작업 더덕에 비해 명도가 현저히 낮아 상품성이 떨어졌으며 오존수 침지처리는 선택 향상에 뚜렷한 효과를 보이지 않았다.

한편 사포닌 함량은 박피 직후에는 기계 박피 더덕에서 높게 나타났으나 15일 저온유통 후에는 오히려 현저하게 감소하여 수작업 더덕에 비해 낮게 나타났다. 이러

한 결과를 볼 때, 더덕의 표피조직에는 사포닌을 분해하는 효소가 존재하는 것으로 추정되었다.

Table 5. Surface color of fall-season lance Asia bell roots as influenced by peeling procedures and ozonated water treatment.

Procedure		Surface Hunter color					
Washing and peeling	Dipping ^z	'L'		'a'		'b'	
		Good ^y	Poor	Good	Poor	Good	Poor
Hand	Tap water	77.8 a ^x		-9.6 bc		6.6 b	
	Ozonated water	71.7 a		-14.9 c		7.7 b	
Mechanical	Tap water	48.1 b	28.7 b	-1.3 a	-0.6 a	17.2 a	8.0 b
	Ozonated water	43.8 b	32.7 b	-7.9 b	-9.3 b	14.4 a	10.6 a
Source of variation							
Processing (P)		**	**	**	**	**	*
Dipping (D)		NS	NS	**	**	NS	*
P × D		NS	*	NS	NS	NS	NS

^zDipped for one minute.

^yGood, relatively well peeled portion; poor, poorly peeled portion.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P \leq 0.05$, or at $P \leq 0.01$, respectively.

4. 박피효율 증대를 위한 개선안

시험 제작한 brush-회전형 세척박피기의 효율을 조사한 결과, 세척 효과는 뚜렷하나 박피 효율이 다소 낮게 나타나고(70% 수준) 더덕의 크기에 따라 박피가 불균일한 경향을 보이므로 수작업에 의한 박피 더덕의 상품성 수준에 이르기 위해서는 기기의 구성과 성능을 향상시켜야 할 것으로 판단되었다.

가. Brush의 회전력(회전속도)를 높여 가동시간을 단축한다.

나. 더덕이 일정한 크기를 지닐 때 박피효과가 향상될 것으로 추정되므로 선별라인과 연결하거나 선별된 더덕을 이용하여 박피공정을 체계화한다.

다. 세척, 박피 공정을 자동화하기 위해서는 투입에서 배출에 이르기까지 conveyer system을 보완한다.

라. 자동화공정에서는 연속적인 투입과 배출이 필요하므로 현장적용형 박피기는 회전 brush를 나선형으로 개조하여 투입한 더덕이 brush 회전시 박피되면서 배출구를 향해 이동되는 기능을 부여하고 더덕이 brush를 타고 이동하는 시간은 10분 정도가 되도록 brush 축의 길이, brush 회전력, brush 나선의 각도 등을 조정한다.

마. 본 기술개발과제를 통해 제작한 세척·박피기는 실험적 규모로서 박피기 내의 brush line이 짧아 박피 효율이 다소 낮게 나오는 것으로 추정되므로 현장에서 적용하는 실제 크기로 제작할 경우 brush 강도와 line의 길이에 대한 보완이 필요하다.

바. Brush-type 기계 박피 더덕은 외관상 색택이 검게 나타나 수작업 더덕에 비해 상품성이 낮게 평가되지만 미생물이 거의 제거되고 육질의 경도가 높으므로 앞으로 박피 더덕에 대한 인식을 바꾼다면 현재 사용하는 수준의 세척·박피기를 그대로 현장에서 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 다만 유통 중 사포닌 함량의 감소현상에 대한 연구가 보완되어야 할 것으로 판단된다.

Table 6. Flesh firmness and saponin content as influenced by washing and peeling procedures, and by ozonated water dip treatment for one minute.

Procedure		Flesh firmness	Saponin content as in O.D. ^z	
Washing and peeling	Dipping		Day 0 ^y	Day 15
Hand	Tap water	913 bc ^x	0.51 c	0.84 a
	Ozonated water	748 c	0.53 bc	0.77 a
Mechanical	Tap water	1,184 ab	0.70 a	0.19 b
	Ozonated water	1,041 a	0.60 b	0.18 b
Source of variation				
Processing (P)		**	**	**
Dipping (D)		*	NS	NS
P×D		NS	*	ns

^zOptical density at 545nm.

^yDay 0, immediately after dip treatment; day-15, after 15 day marketing at 4°C.

^xMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

NS, *, ** Nonsignificant, significant at $P\leq 0.05$, or at $P\leq 0.01$, respectively.

제 8장 종합고찰 : 더덕 상품화 최적화 모델

제 1절 최적화 모델 검증 실험

1. 모델 도출 방법

최적 조건에서 저장된 가을 더덕시료를 사용하여, 개별적인 연구결과 중에서 가장 우수한 것으로 판명된 박피 더덕의 포장전처리 기술, 포장용 필름의 종류 및 포장방법을 일괄 적용하여 상품의 품질 유지를 위한 최적화 모델을 도출하고자 하였다.

포장전 침지처리로는 오존수 처리를, 포장필름 재질은 유통온도별 분리 적용을 위해 PE, OPP, 다층진공용필름을 택하여 실증실험을 수행하였으며 포장방법은 질소치환 포장법과 진공포장법을 비교하여 최적 조건을 구명하고자 하였다.

제1차 최적화 모델 도출 실험은 60 μ m PE 필름을 이용하여 수행하였고 제2차 모델로는 현장에서 일반적으로 사용하는 90 μ m 3층 진공포장용 포장재와 기능성 필름제조에 많이 사용되는 40 μ m OPP 필름에 기능성 물질 도포처리를 하여 실험을 수행하였다.

2. 최적화 실증실험

PE 필름을 이용한 저온유통 모델에서는 진공 포장시 30일까지 상품성이 90% 수준을 유지하였고, 방담기능을 보강함으로써 저온유통 60일까지 박피직후 수준의 상품성 유지가 가능하였다(Table 1). PE 필름 질소치환 진공 포장은 오히려 상품성이 낮은 경향으로써 기능성 부여 진공필름을 이용한 포장방법연구에서 밝혀진 바와 유사하였다. 질소치환 포장이 상품성 유지에 부가적인 효과를 주지 않는 이유로는, 분압 원리에 의한 산소 농도의 효과로 볼 때 진공포장 효과가 이미 질소치환 효과를 포함하고 있는데다 질소치환 이후 포장내 공기조성이 진공포장보다 불리하게 작용되기 때문인 것으로 해석된다.

OPP 필름의 경우에는 Tween-20을 도포한 방담기능 필름이 키토산 처리 필름에 비해 상품성 유지가 탁월하였으나 40 μ m OPP 필름 재질만으로는 30일 이후까지 80% 수준을 유지하기 어려운 것으로 조사되었다. 나일론 재질과 PE 재질이 3층으로 처리된

다층 진공필름은 방담기능 보강시 저온에서 60일까지 관목할 만한 상품성 유지효과를 보였다. 그러나 OPP 필름과 다층 진공필름은 유통 45일 이후부터 저온에서도 진공이 풀리면서 포장이 부푸는 경향을 보였다. 이러한 경향은 포장필름 선발시험에서 나타났듯이 유통 온도가 15℃ 이상으로 높아지면 7~10일 이내에 포장이 진공이 풀리면서 포장이 부풀어오르므로 나일론이나 OPP 재질의 진공포장용 필름으로 포장된 상품은 저온유통이 필수적인 것으로 관찰되었다.

Table 1. Changes in marketability index on the shelf in optimized model system after four month storage of fall-season lance Asia bell roots.

Postharvest treatment ^z	Days on the shelf			
	15	30	45	60
Control				
1. At ambient temperature No dipping + PE zipper bag	3.3 d ^y	-	-	-
2. Cold-chain system No dipping + PE zipper bag	6.4 c	5.5 d	-	-
<hr/>				
Optimized model test 1				
1. Ozone + PE film + vacuum	9.0 a	8.0 b	6.5 b	6.3 b
2. Ozone + PE film + AF + vacuum	9.0 a	9.0 a	9.0 a	8.8 a
3. Ozone + PE film + AF + N ₂	7.3 b	6.4 c	6.5 b	5.5 bc
<hr/>				
Optimized model test 2				
1. Ozone + OPP + chitosan + vacuum	5.5 c	4.8 d	4.8 c*	3.3 c
2. Ozone + OPP + AF + vacuum	7.0 b	7.0 bc	6.5 b*	5.8 b
3. Ozone + ML + AF + vacuum	9.0 a	9.0 a	9.0 a*	9.0 a

^zSimulated marketing procedure by cold-chain system. Ozone, 0.5 ppm ozonated water dip for one minute; PE, 60 μ m PE film; OPP, 40 μ m OPP film; ML, 3-layer active film; AF, anti-fogging.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

*Vacuum begin to be released.

더덕의 육질 경도는 60일 저온 유통 후에도 비교적 높은 수치를 유지하였고 질소 치환포장과 키토산처리 필름 포장시 다소 낮은 경향이였다(Table 2).

Table 2. Changes in flesh firmness on the shelf in optimized model system after four month storage of fall-season lance Asia bell roots.

Postharvest treatment ^z	Days on the shelf			
	0	15	30	60
Control				
1. At ambient temperature No dipping + PE zipper bag	699 ± 16	664 ± 32	-	-
2. Cold-chain system: 4°C No dipping + PE zipper bag		648 ± 48	684 ± 44	-

Optimized model test 1				
1. Ozone + PE film + vacuum		-	688 ± 29	680 ± 46
2. Ozone + PE film + AF + vacuum		-	-	688 ± 27
3. Ozone + PE film + AF + N ₂		-	-	644 ± 37

Optimized model test 2				
1. Ozone + OPP + chitosan + vacuum		-	-	652 ± 29
2. Ozone + OPP + AF + vacuum		-	-	713 ± 40
3. Ozone + ML + AF + vacuum		-	-	675 ± 18

^zSimulated marketing procedure by cold-chain system. Ozone, 0.5ppm ozonated water dip for one minute; PE, 60µm PE film; OPP, 40µm OPP film; ML, 3-layer active film; AF, anti-fogging.

유통 60일 후 관능검사에 의한 색도와 육질, 풍미를 조사한 결과(Table 3), ‘오존수 침지처리 + 방담기능 PE + 진공포장’ 과정을 거친 더덕과 ‘오존전처리 + 방담기능 진공용 다층필름 + 진공포장’을 거친 더덕이 모든 면에서 80% 이상의 상품성을 보여 최적화 모델로 적합한 것으로 판단되었다.

두 가지 모델을 비교할 때, PE 필름 재질은 다층필름재질에 비해 색깔은 다소 뒤지지만 조직감과 풍미가 가장 우수하였다. 다층진공필름 포장시 향미(flavor)의 감

소는 포장내 극도로 낮은 산소농도와 극히 높은 이산화탄소 농도에 의한 혐기성호흡 (anaerobiosis)에 의해 형성된 아세트알데히드나 알코올의 냄새가 강하게 남아있기 때문인 것으로 풀이되었다.

Table 3. Changes in organoleptic parameters after 60 days on the shelf in hypothetical optimized model system in four-month-cold-stored fall-season lance Asia bell roots.

Postharvest treatment ^z	Taste parameters		
	Surface color	Texture	Flavor
Optimized model test 1			
1. Ozone + PE film + vacuum	6.3 ab ^y	8.0 b	8.5 ab
2. Ozone + PE film + AF + vacuum	7.8 a	8.8 a	9.0 a
3. Ozone + PE film + AF + N ₂	5.5 b	8.0 b	7.5 b
Optimized model test 2			
1. Ozone + OPP + chitosan + vacuum	3.0 c	7.0	7.0
2. Ozone + OPP + AF + vacuum	5.8 b	7.5	7.0
3. Ozone + ML + AF + vacuum	9.0 a	7.5	7.8

^zSimulated marketing procedure by cold-chain system. Ozone, 0.5ppm ozonated water dip for one minute; PE, 60 μ m PE film; OPP, 40 μ m OPP film; ML, 3-layer active film; AF, anti-fogging.

^yMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

성분 변화의 지표로 사용한 사포닌 함량을 보면, 박피 후 침지처리를 하지 않고 PE 필름에 일반 밀봉한 더덕은 저온유통 15일 경과시 박피 직후에 비해 60% 수준으로 저하되었으나 최적화 과정을 거친 더덕은 유통 60일까지 기간중 증가하거나 변화가 없는 것으로 조사되었다(Table 4).

최적화 모델 설정을 위한 연구 결과를 종합해 볼 때, 가스 투과성이 다른 PE 필름과 다층기능성 필름의 선택은 가능한 유통온도에 따라 선택적으로 사용되어야 할 것으로 판단된다.

Table 4. Changes in saponin content during simulated cold-chain marketing period in optimized model system after four month storage of fall-season lance Asia bell roots.

Postharvest treatment ^z	Days on the shelf			
	0	15	30	60
Control: No dipping + 60 μ m PE zipper bag	0.75 \pm 0.03 ^y	0.47 \pm 0.07	-	-
Optimized model: Ozone + ML + AF + vacuum	-	-	0.95 \pm 0.05	0.79 \pm 0.18

^zSimulated marketing procedure by cold-chain system at 4°C. Ozone, 0.5ppm ozonated water dip for one minute; ML, 3-layer active film; AF, anti-fog.

^yOptical density at 545nm, Mean \pm SD.

제 2절 최적화 모델링

1. 수확과 저장

장기저장을 위해서 가을더덕은 수확후 동결피해가 발생하지 않는 시점에서, 봄더덕은 생육이 진전되어 뿌리의 생리활성이 지나치게 높아지기 이전인 4월 안에 수확한다(Fig. 1).

저장온도는 가을더덕은 -1.0~-1.5°C, 봄더덕은 0°C를 유지하되 50~60 μ m PE 필름 MA 포장저장법을 활용한다. 다만 완전 밀봉하여 장기 저장할 경우 포장내 산소의 저하와 이산화탄소 축적으로 인해 생리장해가 발생하여 박피 가공시 변색의 위험성이 있으므로 산소 농도는 1% 이상 이산화탄소 농도는 15~20% 수준이 유지되도록 한다. 일반 PE 포장필름을 사용하는 대포장은 바늘구멍을 뚫어 어느 정도 가스교환이 이루어지게 하고, 시중에서 판매하는 일반 지퍼백을 사용할 때는 포장내 더덕의 양에 따라 적정 가스농도 수준이 유지되는지 사전 조사할 필요가 있다. 또한 저장고내 온도 편차가 심하지 않도록 소포장 및 pallet 단위 적재 방식이 필요하다.

2. 박피 및 반가공 공정

박피 최소가공은 현재로는 수작업에 의해 완전히 껍질을 제거하는 과정이 필요한 것으로 보인다. 박피 공정의 기계화는 brush의 회전력 이용 방식의 개선이 이루어지거나 박피더덕의 색깔에 대한 소비자의 인식전환이 필요하다.

박피 더덕은 0.5~1.0ppm 농도의 오존수에 1분간 침지가 공정상 가장 효율적인 것으로 판단되며(Fig. 1), 오존수 발생장치가 없는 경우에는 차선책으로 citric acid와 염수 혼용침지처리가 가능하다.

구이용 반가공 더덕 제품은 박피후 1/2로 종절단하여 오존수 침지처리를 거친 후 조미액(고추장 83%, 설탕 6%, 물엿 4%, 참기름 4%, 통깨 3%의 배합비)을 paste하거나 조미액을 별도 포장하여 제조한다. 본 연구에서 가장 적합한 것으로 조사된 조미액의 첨가량은 더덕 중량비의 50%가 적합한 것으로 나타났다. 그러나 조미액의 성분, 배합비는 소비자의 기호에 따라 상이하게 나타날 수 있으며 조미액이 다를 경우에는 첨가량도 보완 개발해 나가야 할 것으로 사료되었다.

3. 포장 및 유통

60 μ m PE 필름이나 20 μ m ONY/40 μ m LDPE/30 μ m LLDPE으로 구성된 다층 기능성 필름을 이용하여 진공포장후 저온보관 및 유통과정을 거친다(Fig. 2). 필름의 기능성은 진공포장 및 다양한 유통환경에 적합한 PE 필름을 기본소재로 한다면 방담처리가 적합한 것으로 보이며 PE 필름에 방담기능을 추가하는 필름제조 기술의 개발이 요구된다.

즉석 구이용 반가공 조미 더덕은 paste 처리시 진공포장내 조미액이 번지는 것을 방지하기 위한 이중포장기술에 대한 검토가 필요하고 이중으로 포장하기가 용이치 않을 경우에는 조미액을 별도의 소포장에 담아 스티로폼 트레이에 더덕과 함께 배열하여 진공포장하는 방법을 사용한다.

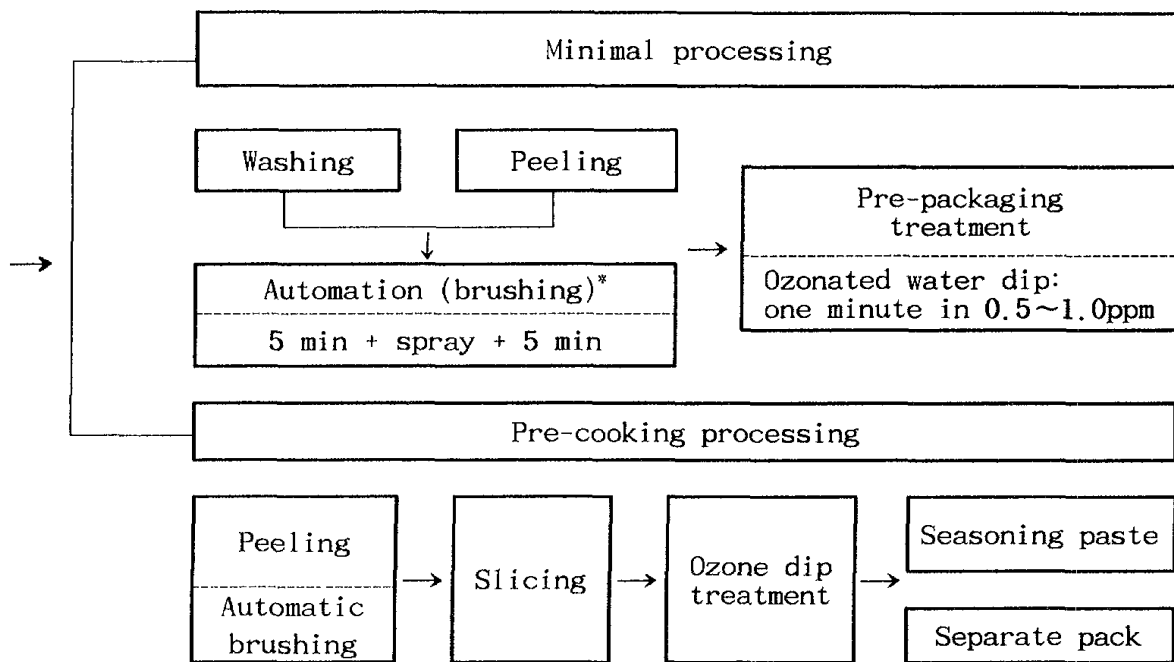
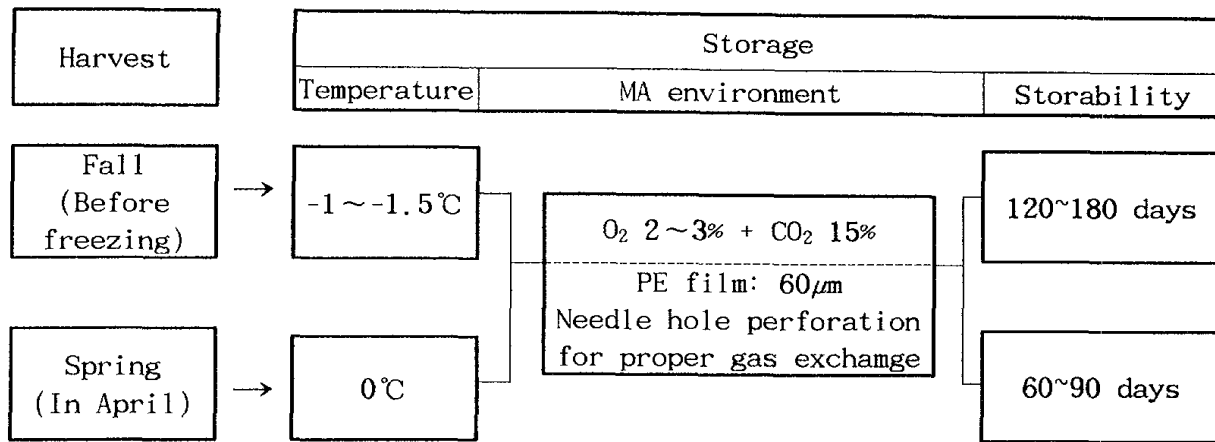


Fig. 1. Optimized storage, minimal processing, and pre-cook processing procedures for lance Asia bell roots.

*For mechanical peeling procedure, brushing line should be enforced.

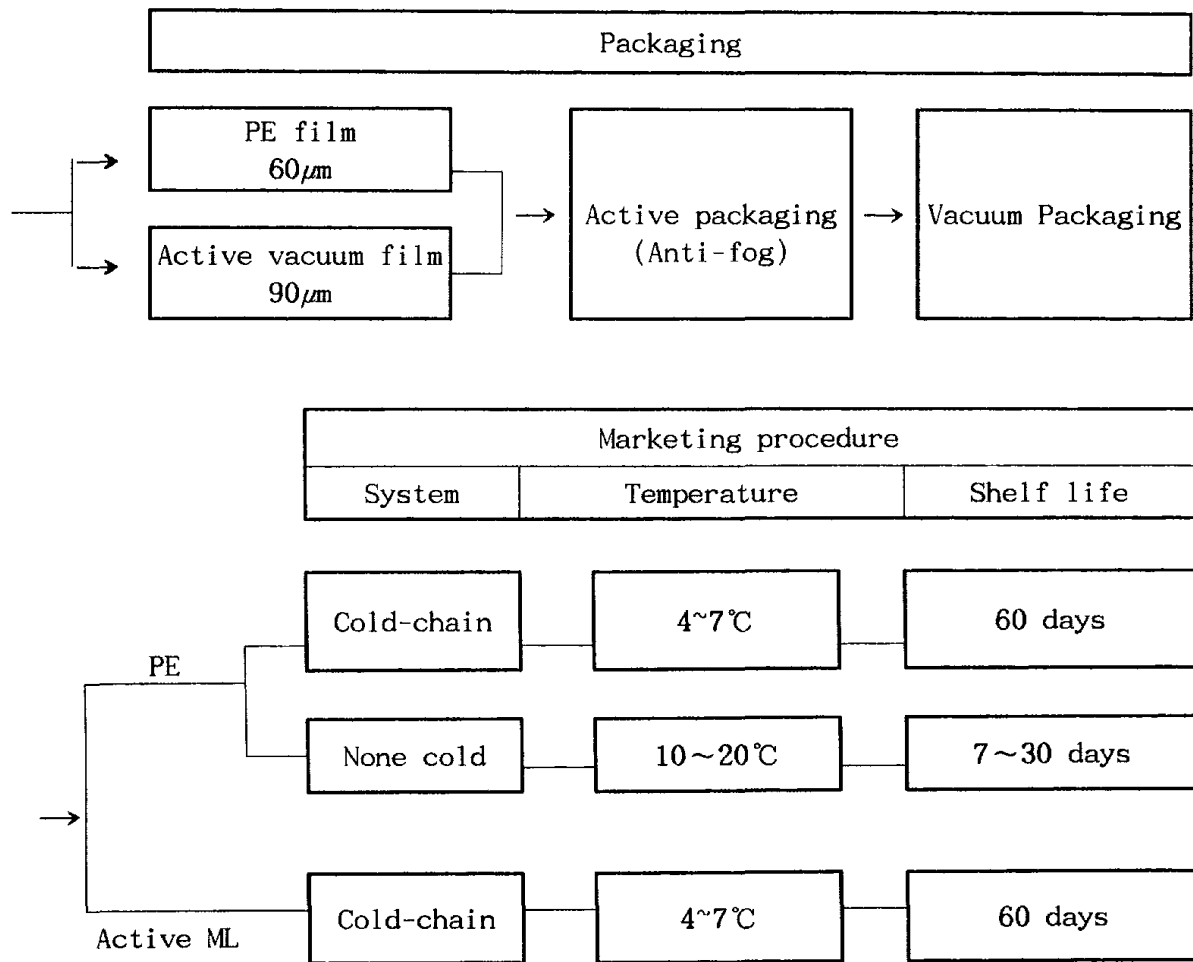


Fig. 2. Optimized packaging and marketing procedures for processed lance Asia bell roots.

참고문헌

- Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends in Food Sci. Technol.* 7:179-187.
- Artes, F., M.A. Conesa, S. Hernandez, and M.I. Gil. 1999. Keeping quality of fresh-cut tomato. *Postharvest Biol. Technol.* 17:153-162.
- Barth, M.M., C. Zhou, J. Mercier, and F.A. Payne. 1995. Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *J. Food Sci.* 60:1286-1288.
- Bartsch, J.A. and G.D. Blaupied. 1984. Refrigeration and controlled atmosphere storage for horticultural crops. *Cooperative Extension Bulletin 22*. NRAES. USA.
- Gunes, G. and C.Y. Lee. 1997. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. *J. Food Sci.* 62:572-575.
- Haard, N.F., S.C. Sharma, R. Wolfe, and C. Frenkel. 1974. Ethylene induced isoperoxidase changes during fiber formation in postharvest asparagus. *J. Food. Sci.* 39:452-456.
- Hong, G. G. Peiser, and M.I. Cantwell. 2000. Use of controlled atmospheres and heat treatment to maintain quality of intact and minimally processed green onions. *Postharvest Biol. Technol.* 20(1):53-62.
- Kang, J.S. and D.S. Lee. 1999. Modified atmosphere packaging of peeled garlic cloves. *Food. Sci. Biotechnol.* 8:68-71.
- Kader, A.A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40 (5):99-104.

- Kader, A.A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: A.A. Kader (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. p. 15-20. Univ. Calif.
- Kim, H.J. 1985. Proximate and amino acid composition of wild and cultivated *Codonopsis lanceolata*. Korean J. Food Sci. Technol. 17:10-16.
- Kim, J.G., A.E. Yousef, and G.W. Chism. 1999. Use of ozone to inactivate microorganisms on lettuce. J. Food Safety 19:17-33.
- Lee, S.K. 1984. Chemical composition of dried wild and cultivated *Codonopsis lanceolata*. Agric. Chem. Biotechnol. 27:225-230.
- Park, Y.M. 1999. Effects of MA packaging and shelf temperatures on the quality of garlic cloves during simulated marketing and consumption. In Proc. Int. Symp. on Fresh and Fermented Vegetables. ISHS 1997. J.M. Lee, K.C. Gross, A.E. Watada, and S.K. Lee. (eds.), Acta Hort. 483:331-337.
- Sapers, G.M., L. Garzarella, and V. Pilizota. 1990. Application of browning inhibitors to cut apple and potato by vacuum and pressure infiltration. J. Food Sci. 55: 1049-1053.
- Watada, A.E. 1997. Quality maintenance of fresh-cut fruits and vegetables. Foods Biotechnol. 6:229-233.
- Watada, A.E. and L. Qi. 1999. Quality of fresh-cut produce. Postharvest Biol. Technol. 15:201-205.
- Xu, L. 1999. Use of ozone to improve the safety of fresh fruits and vegetables. Food Technology 53(10):58-61.
- Yun, S.D. 1998. Biological metabolism and quality changes of fresh and processed Korean ginseng as influenced by CA storage. Ph D. Thesis. Seoul Nat'l University. Suwon, Korea.
- Yun, S.D. and S.K. Lee. 1999. MA storage of Korean fresh ginseng. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 40:689-692.

- 권오진, 김수진, 변명우. 1995. 식품산업에서의 미생물 제어를 위한 오존처리 효과. 농산물저장유통학회지 3:149-154.
- 김건희. 1998. MA 저장기술을 이용한 신선한 과실 및 채소류의 품질보존에 대한 연구.
- 김동만. 1997. 수삼의 저장기간 연장에 관한 연구. 식품기술 속보 106:11-15. 한국식품개발원.
- 김동철, 장상문, 최정. 1995. 년근별 인삼추출물의 사포닌 함량, 물리성 및 색도의 변화. 한국농화학회지 38:67-71.
- 김일두, 박미자, 조재욱, 서성수, 김미경, 이주백, 이상갑, 김순동. 1998. 콩나물의 품질에 미치는 오존처리 효과. 2. 콩의 수침중 오존처리의 최적화. 농산물저장유통학회지 5:177-185.
- 김찬호, 김만옥, 최강주, 손현주, 고성룡, 김석창, 위재준, 허정남. 1991. 인삼성분 분석법. 한국인삼연초 연구소.
- 맹영선, 박혜경. 1991. 더덕 에탄올 추출물의 항산화효과. 한국식품과학회지 23:311-316.
- 박우포, 조성환, 이동선. 1998. 최소가공채소류에 적합한 갈변방지제의 선발. 한국식품과학회지 30:278-282.
- 손현주, 권혁수, 이동엽, 정광식. 1998. 수삼의 상품화 연구. 농림부 기술개발과제 최종연구보고서. 한국인삼연초연구원.
- 오세명, 정형진, 권순태. 1997. 더덕의 향각미 증진 및 가공품에 관한 연구. 농림부 기술개발과제 최종연구보고서. 안동대학교.
- 오훈일, 노혜원, 도재호, 김상달, 홍순근. 1981. 수삼 저장 중 이화학적 및 미생물학적 변화. 고려인삼학회지 5:87-96.
- 이병우, 천성호. 1996. 오존수에 처리된 후추의 저장중 미생물 변화. 농산물저장유통학회지 3:145-148.

- 이선호, 조옥기. 1998. 김치의 보존성 증진을 위한 자초, 갑초의 혼합첨가와 chitosan 침지 효과. 한국식품과학회지 30:1367-1372.
- 이성우, 김광수. 1979. 수삼의 CA 저장에 관한 연구. 한국식품과학회지 11:131-137.
- 이승구, 양용준. 1997. 원예산물의 선도유지를 위한 포장방법개발. 농림부 기술개발 과제 최종연구보고서.
- 이승필, 김상국, 민기균, 조지형, 최부술, 이상철, 김길용. 1996. 한국 야생더덕 수 집종의 노지재배시 생육특성과 향기성분 조성. 한국작물학회지 41:188-199.
- 이승필, 김상국, 최부술, 이상철, 김길용. 1995. 야생 및 재재더덕의 재배장소에 따른 생육 및 향기성분. 한국작물학회지 40:587-593.
- 이용문, 권오창, 조영수, 박윤문, 이용재. 1999. '부유' 단감 MA 저장 중 과피흑변과 과육갈변에 미치는 PE 필름내 산소와 이산화 탄소의 영향. 한국원예학회지 40:585-590.
- 이은진, 양용준. 1997. '부유' 단감의 수확후 생리와 저장장해에 미치는 온도 및 PE 필름 두께의 영향. 한국원예학회지 38:516-519.
- 전기환, 김병용, 손태일, 함영태. 1997. 수용성 키토산 분해물질을 침지액으로 이용한 두부의 저장성 증대. 한국식품과학회지 29:476-481.
- 전병선, 성현순, 양재원, 박채규, 장규섭. 1995. CA 및 MA 저장이 수삼 및 홍삼의 외관품질 및 사포닌 조성에 미치는 영향. 고려인삼학회지 19:62-72.
- 전병선, 박채규, 김나미, 박명환, 장규섭. 1998. CA 및 MA 저장이 수삼 및 홍삼의 색상 및 관능적 특성에 미치는 영향. 고려인삼학회지 22:82-90.
- 정태연, 정문철, 남궁배, 이세은. 1999. 전처리 방법이 생강의 저장 중 품질에 미치는 영향. 농산물저장유통학회지 6:1-6.
- 조진숙, 구형경, 김우정. 1999. 가열 및 pH, 유기산, 염류가 마쇄 마늘 변색에 미치는 영향. 한국식품과학회지 31:399-403.
- 한용경, 조수열. 1997. 더덕 물추출물이 사염화탄소를 투여한 흰쥐의 항산화계 효소 활성도에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지 26:1181-1186.