

제2차년도
최종보고서

GOVP1200110257

GA 0204-0012

664 02
L 2932
V.2

농산물 직거래 활성화를 위한 산지 전처리 가공 시스템 개발

Development of pre-treatment processing system for direct
transaction marketing of agricultural products

연구기관
한국식품개발연구원

농림부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “농산물 직거래 유통 활성화를 위한 산지 전처리 가공 시스템 개발에 관한 연구” 과제 의 최종보고서로 제출합니다.

2000 . 11 . 2 .

주관연구기관명 : 한국식품개발연구원

총괄연구책임자 : 이 현 유

연 구 원 : 이 상 호

연 구 원 : 금 준 석

연 구 원 : 하 태 열

연 구 원 : 이 창 호

연 구 원 : 정 문 철

연 구 원 : 곽 창 근

연 구 원 : 이 민 영

연 구 원 : 류 민 숙

위탁연구기관명 : 중앙대학교

위탁연구책임자 : 이 복 희

여 백

요 약 문

I. 제 목

농산물 직거래 유통 활성화를 위한 산지 전처리가공 시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

산지에서 운영하고 있는 전처리가공사업의 활성화를 위해서는 대량조리용 각종 메뉴에 소요되는 당근, 오이, 무, 배추, 양파, 감자 등의 산지 농산물에 대한 세정작업, 절단작업, 갈변방지, 폐기량 감소방안, 저장성 증진 방안 등 표준화된 전처리 가공방법의 확립이 절실하므로 이에 대한 적정 방법을 도출하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다.

III. 연구개발 내용 및 범위

가. Cut 야채류의 품질유지를 위한 최적 전처리 기법 개발

- cut야채류 제조용 원료의 품질특성조사
- 저장중 생리 및 미생물학적 특성 조사
- 저장중 품질유지를 위한 적정 포장방법개발
- 생산공정별 식품유해요소 검색과

나. Cut 채소류 생산 공정의 표준화 및 제조 메뉴얼 확립(감자)

- 감자의 수확시기별 및 기계박피의 적정 처리방법 확립
- 작업 형태별(세정, 절단 및 포장) 최적 전처리 방법 확립
- 저장중 품질특성 분석
- 각 공정별 및 유통과정중 위해요소 관리기준 마련

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. Cut 채소류의 품질유지를 위한 최적 전처리 기법 개발분야

가. 절단방법에 따른 수율조사

감자, 당근, 양배추, 양파 모두 절단방법에 따른 수율은 크기가 클수록 높게 나타났으며, 절단방법은 수율 90%가 넘는 감자 slice 3cm 이상, dice 전체, strip 6cm 이하로 하였고, 당근은 slice 2cm 이상, dice 전체, strip 8cm 로 하였고, 양배추는 2, 4절 과 채, 양파는 2절 형태로 하였다.

나. 절단방법이 제품의 품질에 미치는 영향조사

1) 절단 채소류의 저장온도별 호흡속도

호흡속도는 원료감자 2.73, 박피한 후 5.23, 4℃ 24시간 저장 후 slice 10.26, dice 6.91, strip 9.34로 표면적이 넓은 slice, strip, dice의 순서 이었으며 저장온도가 높을수록 호흡속도가 빨랐다. 양파를 2절하여 0℃ 48시간 저장 후 호흡속도는 0.99, 4℃ 5.93, 10℃ 7.17, 20℃ 13.76으로 저장온도가 높을 수록 호흡속도가 빨라 졌다. slice, dice, strip한 절단 당근을 0, 4, 10, 20℃에 48시간 저장 후 호흡속도는 slice가 3.08, 10.34, 16.63, 34.68 이었고, dice는 3.63, 6.52, 19.26, 47.99 였고, strip은 4.51, 11.76, 23.18, 47.44로 가능한 저온에서 저장하는 것이 바람직하다고 사료된다. 양배추도 역시 2절한 것의 호흡속도를 보면 0, 4, 20℃에서 각각 1.46, 5.00, 12.77을 나타내었다.

2) 절단 채소류의 저장기간중 색깔 변화

감자는 절단 후 무처리시 1시간 이내에 갈변이 심하여 상품으로서의 가치가 없었으며, 당근, 양파, 양배추는 4일간 저장하여도 원료 상태의 색깔과 큰 차이를 나타내지 않았다. 감자의 갈변방지를 위한 시험 결과 0.04% citric acid를 30분간 침지하여 24간 저장하였을 때 백색도가 69.36에서 5℃는 64.38, 20℃는 63.18로 무처리구 58.87, 55.35에 비하여 효과가 있었다.

다. 저장중 생리 및 미생물학적 특성 조사

절단 채소류를 함기포장 과 용기포장(0.06mm)하여 저장하면서 중량감소를 측정
한 결과 용기포장보다는 함기포장의 감소율이 적어 감자를 슬라이스하여 74시간 두었
을 때 함기가 0.38%, 용기포장이 0.53% 감소하였다. 5℃에서 74시간 저장한 슬라이스
감자의 총균수는 함기포장이 6.1×10^5 , 용기포장은 2.6×10^7 으로 함기 포장방법이 양호
하였다. 저장 중 호흡속도는 5℃ 74시간 후 슬라이스 8.86, 다이스 8.22, 채 6.15,
수작업한 것 5.44 였다. 경도는 절단, 포장방법에 따라 큰 차이를 보이지 않았다. 저
장중의 색깔은 함기포장이 용기포장보다는 양호하였다.

라. 절단 채소류의 세정 처리시험

일반적으로 생식으로 먹을 수 있는 양파, 양배추, 당근의 세정을 위하여 여러
가지 세정제를 처리한 결과 산 전해질용액(pH 2.6, 용존염소 10-20ppm) 과 SH
150(Sodium hypochloride solution 150ppm)으로 침지한 것이 효과가 있었으며 침지방
식은 분무와 와류로 3분간 처리하는 것이 효과가 있었다. 즉, 2절한 양파를 SH150을
처리한 후 5℃에서 18일간 저장시 총균수는 9.95×10^3 에서 침지직후 8.2×10^3 , 6일 후
 1.04×10^6 , 12일 후 7.03×10^6 , 18일 후 5.5×10^7 을 나타내어 무처리구 18일 후 1.33×10^8
보다 효과가 있었다. 세정제를 분무와 와류를 혼용하여 3분간 처리시 동 기간 중
 1.4×10^6 으로 살포방식에 따라 효과가 더 있었다. 세정 처리한 채소류의 중량감소와
색깔등은 큰 변화가 없었고, 이들을 관능검사한 결과 전해산화수가 세정능력은 있으
나 관능검사에서는 SH150 보다는 좋은 결과를 나타내지 않았다.

2. Cut 채소류 생산공정의 표준화 및 메뉴얼 확립 분야(감자)

가. 감자의 수확시기별 적정 처리방법 확립

감자의 갈변방지를 위하여 0.4% citric acid 하기 전에 브랜칭을 하여 보았으나
차이를 보이지 않았고, 햇감자와 저장감자의 갈변은 수확시기 보다는 기계로 박피,
절단함으로써 오는 표피 손상에 의한 갈변이 더 심한 것으로 보였다.

나. 수박피 와 기계 박피 방법으로 처리한 감자의 품질특성

감자 10kg을 손으로 박피하고 dice(1x1cm)로 절단하는데 소요되는 시간은 60분,
수율 75.2% 였으며, 구근류 박피기, 세절기를 이용한 기계방식은 15분, 77.8%를 나타

내어 대량 처리시 기계방식을 택하여야 할 것으로 보인다. 반면 기계방식이 수 작업에 비하여 갈변이 심한데 이는 박피하는 방법을 구근류 박피기보다는 회전식(400rpm) 칼날 박피기로 하는 것이 양호하였는데, 백색도를 보면 75.26에서 구근류 박피기로 박피하여 절단기로 세절한 것은 5시간 경과 후 69.1 이었으나 회전식 칼날을 이용하여 세절한 것은 75.53으로 갈변이 적게 일어남을 알 수 있었다.

경도도 손으로 작업한 것은 1,022에서 46시간 경과 후 1,084로 큰 차이가 없었으나, 구근류 박피기를 사용할 경우 22시간 경과 후 304로 떨어져 연화가 심하였고, 칼날 회전식 방식은 1,011kg으로 손으로 작업한 것과 큰 차이를 나타내지 않았다.

다. 감자의 저장중 품질 특성

감자를 회전식 칼날 박피방법으로 박피한 후 기계식 절단기로 세절하여 0.4% citric acid에 30분간 침지 한 후 0.06mm, 0.03mm LDPE로 포장 한 후 5°C 저장하면서 품질을 조사한 바, 용기포장 보다는 합기포장 방법이 중량감소가 적었고, 포장 재질 사이에는 차이가 없었다.

3. 각 공정별 및 유통과정중 위해요소 관리기준 마련 분야

본 연구에서는 농산물 소포장센터에 입고될 때, 원재료의 위생상태는 비교적 양호한 편이었으나 전처리 과정을 거치면서 미생물수의 증가를 보였다. 그러나 알칼리 이온수를 이용한 세정단계에서 미생물수가 현저하게 감소하였으나 포장 및 출고과정시 미생물수가 안전치를 훨씬 초과하였다. 또한 작업자의 손이나 생산과정 자체에 따른 미생물 관리보다도 식재료 처리에 사용되는 기구의 위생관리가 매우 절실하였다. 한편 조리종사원의 위생에 대한 지식이 매우 부족하였으며 전처리 과정 중 발생하는 쓰레기 처리방법이 부적절하였고 위생적 처리를 위한 기구 및 장비가 열악하였다. 또한 조리종사원의 위생교육이 전혀 이루어지지 않고 있었으며 포장 및 출고시 식재료 관리가 매우 부적절한 것으로 나타났다. 따라서 본 농산물 소포장 센터에서의 작업환경 개선이 절실하였으며 종업원들의 위생교육 또한 시급하였다. 생산공정별 안전관리에 있어서도 양질의 원재료 구입이 매우 중요하였으며 세정단계 이후의 포장과 출고 시 품질관리가 더욱 철저하게 관리되어야 하는 것으로 나타났다.

그러므로 중소규모의 농산물 소포장센터의 안전한 식재료 품질관리체계 확보를 위

해서는 생산공정 자체의 관리도 중요하지만 작업환경의 개선 및 작업자의 위생교육이 매우 시급하였으며 입고나 출고와 같이 생산공정이 완료된 전후의 적절한 관리가 더욱 중요하였다.

여 백

SUMMARY

I. Title of Research

Development of pre-treatment processing system for direct transaction marketing of agricultural products

II. Objective and Importance of Research

The objective of this research was to develop standard of pre-treatment processing. The research is important in washing, cutting, prevent of deterioration, reducing of waste materials and enhancing of shelf-life for carrot, cucumber, cabbage, onion, potato etc. which are produced in domestic area subjected to menu of institutional cooking.

III. Scope and Contents of Research

1. Development of optimal pre-treatment technique for quality characteristics of cut-vegetables
 - Quality properties on raw materials for cut-vegetables
 - Microbiological properties during storage
 - Development of packaging method for enhancing quality properties during storage
 - HACCP in each processing step
2. Establishment on standard of processing system and manual for cut-vegetables(potato)
 - Establishment of optimal treatment method by different harvest time of potato and mechanical peeling
 - Establishment of optimal pre-treatment method for washing, cutting and packaging
 - Quality properties of cut-vegetables during storage
 - HACCP in each processing step and distribution time

IV. Results and Recommendation

The objective of this research was to develop standard of pre-treatment processing and HACCP in each processing step and during distribution. Rate of respiration was increased as increased surface of potato, carrot, onion and cabbage and storage temperature. L value of potato was 69.36 with soaking in 0.04% citric acid for 30 min and 24hr storage time while 64.38 at 5°C and 63.18 at 20°C compared with 58.87 in control. Vacuum packaging showed better result than material packaging in weight loss, appearance, texture. Soaking treatment with acid solution(pH 2.6, sodium hypochloride solution 150ppm) had a good result. Also, spray method with that solution had a good result MAP(modified atmosphere packaging) had a better results than stretch packaging after potato treated blade peeling, mechanical cutting, soaking with 0.4% citric acid for 30 min and packaged with 0.06mm, 0.03mm LDPE during storage at 5°C. Total plate count(TPC) was lower level but it was increased after pre-treatment step while decreased subjected to washing with alkali solution. TPC was increased after packaging and distribution of cut-vegetables. Cooking utensil was handle with more carefully than hands of worker or processing step.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	15
Section 1. Objective and Scope of Research	15
Section 2. Contents and Scope of Research	16
Chapter 2. Development of optimal pre-treatment technique for quality characteristics of cut-vegetables	17
Section 1. Introduction	17
Section 2. Materials and Methods	18
Section 3. Results and Discussion	20
Section 4. References	62
Chapter 3. Establishment on standard of processing system and manual for cut-vegetables(potato)	65
Section 1. Introduction	65
Section 2. Materials and Methods	67
Section 3. Results and Discussion	69
Section 4. References	80
Chapter 4. HACCP in each processing step and during distribution for cut-vegetables	83
Section 1. Introduction	83
Section 2. Materials and Methods	85
Section 3. Results and Discussion	89
Section 4. References	110
Appendix	111

여 백

목 차

제 1 장 서 론	15
제1절 연구개발의 목적과 범위	15
제2절 연구개발 내용 및 범위	16
제 2 장 Cut 채소류의 품질유지를 위한 최적 전처리 기법 개발 분야	17
제1절 서 설	17
제2절 실험재료 및 방법	18
제3절 결과 및 고찰	20
제4절 참고문헌	62
제 3 장 Cut 채소류 생산공정의 표준화 및 메뉴얼 확립(감자)분야	65
제1절 서 설	65
제2절 실험재료 및 방법	67
제3절 결과 및 고찰	69
제4절 참고문헌	80
제 4 장 각 공정별 및 유통과정중 위해요소 관리기준 마련 분야	83
제1절 서 설	83
제2절 실험재료 및 방법	85
제3절 결과 및 고찰	89
제4절 참고문헌	110
부록 관련자료	111

여 백

제1장 서론

제1절 연구개발의 목적

과실 및 채소류의 생리특성상 이를 절단(cutting), 박피(peeling) 후 가공 저장할 경우 조직손상에 따른 연화(softening)와 절단면이 공기에 노출됨으로서 갈변(browning), 미생물의 감염 및 번식에 의해 선도 유지기간이 짧아지는 문제점이 있다. 현재 정부의 산지가공사업 시설자금을 받아 운영되고 있는 생산자 단체의 소포장 센터는 기술 개발 능력이 미흡하여 단순한 전처리 조리차원의 가공 수준을 벗어나지 못하고 있으며 가공방법, 포장방법 및 유통조건을 체계적으로 확립하지 못하여 반품 및 유통중 변패에 대한 대비책이 없는 실정이다. 특히 가공품목도 자사의 표준화된 기준이 마련되어 있지 않기 때문에 각 거래처의 요구에 따라 그때 그때 작업조건을 변경하기 때문에 생산성이 극히 저조하다. 산지에서 식재료의 전처리 가공은 단체급식 메뉴의 조리성, 기호성, 조리조작의 효율화, 영양성분의 변화, 위생 및 안전성이 고려되어야 하며, 일정 품질의 각종 식재료를 지속적으로 공급하기 위해서는 전처리 설비 및 시설조건, 작업조건 등 전처리조작의 표준화가 시급한 시점이다.

따라서 산지에서 농업경영인이 운영하고 있는 전처리가공사업의 활성화를 위해서는 대량조리용 각종 메뉴에 소요되는 당근, 오이, 무, 배추, 양파, 감자 등의 산지 농산물에 대한 세정작업, 절단작업, 갈변방지, 폐기량 감소방안, 저장성 증진 방안 등 표준화된 전처리 가공방법의 확립이 절실하므로 이에 대한 적정 방법을 도출하고자 하는데 본 연구의 목적이 있다.

- 각종 채소류의 세정, 박피, 절단 가공후 품질변화를 억제하기 위한 전처리 기법을 개발하여 식재료의 신선도를 유지함.
- 소포장 센터의 가공과정중 위해요소중점관리점(HACCP) 기법 도입하여 공정별 check list의 작성
- 채소 종류별(감자) 전처리 공정에서부터 소비자까지의 매뉴얼화에 의한 생산공정의 표준화

제2절 연구개발 내용 및 범위

구 분	연구개발목표	연구개발내용 및 범위
1차년도 (1998)	- Cut 야채류의 품질유지를 위한 최적 전처리 기법 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ cut야채류의 시장수요조사(단체급식소 및 대형유통업체) ○ cut야채류 제조용 원료의 품질특성조사 ○ 저장중 생리 및 미생물학적 특성 조사 ○ 저장중 품질유지를 위한 적정 포장방법개발 ○ 생산공정별 식품유해요소 검색

구 분	연구개발목표	연구개발내용 및 범위
2차년도 (1999)	Cut 채소류 생산 공정의 표준화 및 제조메뉴얼 확립(감자)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 감자의 수확시기별 및 기계박피의 적정 처리방법 확립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 저장감자 및 수확 직후 감자의 갈변방지 처리 시험 <ul style="list-style-type: none"> - 색깔, 조직감, 호흡속도 ○ 수박피와 기계박피의 작업 효율성 과 상품성 비교 <ul style="list-style-type: none"> - 감자 10kg 처리시 소요 시간 및 갈변정도 - 기계박피시 칼날 재질별(금속성, 아크릴) 갈변정도 2. 작업 형태별(세정, 절단 및 포장) 최적 전처리 방법 확립 <ul style="list-style-type: none"> ○ 세정방법(전해수, 자몽추출물등), 절단방법(다이스, 체), 포장방법(0.03, 0.06mm LDPE, HDPE)별 최적조건 확립 3. 저장중 품질특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> ○ 포장후 5℃ 저장시 1 - 7일간의 색깔, 경도, 수분함량 측정 4. 각 공정별 및 유통과정중 위해요소 관리기준 마련 <ul style="list-style-type: none"> ○ 원료 입고에서 부터 전처리, 저장 및 유통과정중 위해요소 관리기준 마련 5. 경제적 타당성 검토(원가절감 및 부가가치 증대효과) <ul style="list-style-type: none"> ○ 기계박피 및 수박피에 따른 경제성 분석 ○ 단독처리와 공동 처리시 경제성 분석

제 2 장 Cut 야채류의 품질유지를 위한 최적 전처리 기법 개발

제1절 서 론

최근 비용, 노동 및 위생적 이유로 인해서 catering industry에서는 이미 peeling, slicing, grating, shredding 상태를 거쳐 생산된 최소가공(minimally processed) 농작물의 구매를 지향하고 있다. 소비자들도 신선하면서도 자연의 성분이 그대로 보존된 ready-to-use, ready-to-eat 형태의 농작물들의 구매를 선호하는 경향 또한 증가하고 있다. 유럽, 특히 프랑스와 영국 등지에서는 최소가공에 의해 생산된 농작물 시장이 1990년대 초반을 시작으로 폭발적으로 급성장되었다(1). 미국에서도 2000년대까지 최소가공에 의해 생산된 농산물이 소매 시장에서 차지하는 비율이 전체 농작물 생산의 25%를 차지할 전망이다(2). 최소가공에 의해 농작물을 생산할 때에는 두가지 목표를 달성하여야 한다. 첫째는 농작물을 신선한 상태로 유지하면서도 영양적 가치를 저하시키지 않고 편리한 형태로 제공해야 한다. 둘째는 생산된 농작물은 목표로 하는 소비자에게까지 유통되기에 충분한 저장 기간을 유지하여야 한다. 즉 최소가공에 의해 생산된 농작물은 생물학적, 관능적, 영양적으로 바람직한 저장 기간은 적어도 4~7일 정도가 되어야 하며 시장형태에 따라서는 21일까지도 가면 더욱 바람직하다. 영양적 품질 중 가장 민감한 영양소인 아스코르빈산과 카로틴으로서 최소가공시 주요한 제한 요소로 작용한다(3, 4).

최소가공에 의한 농작물 전처리를 성공적으로 실행하기 위해서는 다음과 같은 요건을 충족할 수 있어야 한다.

- 양질의 원재료 선택(적절한 품종, 경작, 수확 및 저장 조건)
- 엄격한 위생관리 및 제조 실시 - HACCP 적용
- 가공 중 저온 유지
- peeling 전후에 철저한 세정 및 수세 작업
- 수세기 양질의 물(관능적, 미생물적, pH) 사용
- 소독이나 갈변 방지를 위해 세정액에 첨가제 사용
- 세척 후 온건한 spin drying 및 온건한 peeling
- 온건한 절단, 썰기 및 shredding
- 올바른 포장 재료의 선택 및 포장 방법 사용
- 유통 및 소매시 정확한 온도 및 습도 유지

제2절 실험재료 및 방법

1. 재료

본 연구에서 사용된 양파(무안), 당근(부산), 양배추(충남), 감자(제주)는 1998년에 수확된 것을 사용하여 절단 방법을 결정하고 절단방법에 따른 품질을 평가하였다.

2. 방법

가. 박피 및 절단 방법

감자와 같은 구근류는 구근류박피기(Potato and ROOT - CROFSPEELER, Tapy : FM - 20. R.P.M:200, Japan : 회전식 세척박피기)를 이용하여 3분씩 박피하였다.

절단은 절단기(HALLDE-MACHINE TYPE RG100)를 이용하여 slice(두께1cm, 0.4cm), dice(가로.세로1cm, 2cm), stripe(두께0.5cm) 형태로 절단하였다.

나. 호흡속도

Coutme 등의 방법을 이용해 측정, 즉 특별히 제작한 아크릴 용기(내용적 cm^3)에 시료를 담고 일정시간 동안 포집된 탄산가스를 가스분석용 주사기를 이용하여 정확히 200 μl 를 취하여 가스크로마토그래프(Shimadzu GC-15A, Japan)를 이용 정량하였다.

다. 색도 측정

시료의 색도는 색차계(color and color difference meter, Model NO.CR-300, Minolta Co.; Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a값(redness), 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

라. 경도 측정

일정 시료는 Texture analyer(Model TX·TX2, Stable Micro Systems)를 이용하여 측정하였으며 이때 측정 조건은 Measure type:measure force in compression, plunger type:cylindrical type 5mm, speed:0.5mm/s로 compression force(kg/cm^2)를 측정하였다.

마. 환원당 측정

환원당은 Somogyi법을 이용하였다.

바. 비타민C 정량

감자의 비타민C 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine비색법에 의해 측정된 다음 총 비타민C의 함량으로 계산하였다.

사. 미생물 측정

시료 10g을 취해 90ml 1%peptone water와 함께 멸균된 Stomaker bag에 넣어 Stomaker blender로 high 2분간 균질화 시켰다. 균질화 시킨 시료는 필요에 따라 적당히 희석하여 페트리 필름에 1ml 접종한후 32℃에서 24-48시간 배양시킨후 균수를 측정. 이때 미생물 실험에 사용된 기구 및 용기는 모두 고압 멸균기로 멸균 또는 멸균된 제품을 사용하였다.

아. 세정실험

각 세정제에 30분간 실온 침지 한 후 진공탈수하여 포장하면서 저장중 변화를 측정하였다. 포장은 0.06mm MAP포장하였고, 저장온도는 5℃ 18일간, 20℃ 6일간으로 하였다. 세정제는 아래와 같다.

- Ag+ : 음용수용 음이온 항균제(12시간 침지)
- 강산수 : 산 전해질용액(pH 2.6이하, ORP(산화환원 전위) 1.100mV 이상) 용존 염소 10- 20ppm(신농5, 전해주식회사)
- Zap 30, 40, 50 : 자몽 추출 살균제 30, 40, 50배 희석
- SH 50, 100, 150 : Sodium hypochloride solution 50, 100, 150ppm

제3절 결과 및 고찰

1. 절단 방법에 따른 수율 조사

감자는 무게 평균 90g±5 정도의 것을 “중”으로 하고 70g±5를 “소”로 구분하여 원료량 10 - 15kg을 박피한 후 수율과 길이, 가로폭, 세로폭을 측정한 결과는 표1과 같이 “중”은 수율이 96.35%, “소”는 98.59% 였다. 당근은 250, 170, 110g을 기준으로 “대”, “중”, “소”로 구분한 결과 수율이 94.02, 98.16, 94.94로 “중”이 다소 수율이 높은 것으로 나타났다.

표1. 감자, 당근의 가식부위 수율

감 자				당 근				
	원료량(kg)	전처리후	수율 (%)		원료량(kg)	전처리후	수율(%)	
	大	·	·		大	6.02	5.66	
sizing	中	10.95	10.55	96.35	sizing	中	16.85	16.54
	小	14.85	14.64	98.59		小	6.52	6.19
							94.94	

표2. 감자, 당근의 개당 평균 크기

(개당평균)				
size(감자)	길이(cm)	가로폭(cm)	세로폭(cm)	무게(g)
大(·)	·	·	·	·
中(117개)	5.90	5.30	4.50	90.2
小(214개)	5.40	4.74	4.10	68.4

size(당근)	길이(cm)	앞 $\frac{1}{3}$ 폭(cm)	$\frac{1}{2}$ 폭(cm)	$\frac{2}{3}$ 폭(cm)	무게(kg)
大(23개)	15.80	4.67	3.91	5.50	0.25
中(99개)	15.02	3.69	3.11	4.40	0.17
小(57개)	13.32	3.17	2.83	3.71	0.11

감자와 당근의 절단방법에 따른 수율을 조사하기 위하여 slice, dice(1, 2cm), strip한 결과는 표3과 같이 감자는 4cm 이상으로 slice한 것이 85.15%로 가장 높았고, dice는 정사각형이 중,소 크기에 따라 40.99, 35.24%(1cm), 34.23, 25.66%(2cm)를 나타내어 크기가 클수록 수율이 높았다. 채형태(strip)는 4-6cm가 57.14%를 나타내었다. 당근은 대,중,소 크기에 따라 slice 수율이 각각 차이가 있어 중량 0.25kg짜리 “대”는 3cm 이상이 95.75%, 0.17kg 짜리 “중”은 88.6%, 0.11kg 짜리 “소”는 80.3%로 중량이 적을수록 일정한 크기의 slice 제품 수율이 적어지므로 가능한 큰 것을 사용하는 것이 바람직할 것으로 보인다. 당근의 dice도 크기가 큰것일수록 정사각형 모양의 수율이 대, 52.9, 중, 46.2, 소, 40.1%(1cm) 였으며 채형태(strip)는 각 절단 크기에 따라 13 - 36%로 큰 경향을 나타내지 않았다.

표3. 감자, 당근의 절단방법별 수율(%)

감자		중량(kg)	%			
slice	大			1cm이하		
				1-2cm		
				2-3cm		
				3-4cm		
				4cm이상		
	中	2.56kg	0.04	1.56	1cm이하	
					1-2cm	
			0.04	1.56	2-3cm	
			0.30	11.71	3-4cm이상	
			2.18	85.15	4cm이상	
	小	3.94kg	0.05	1.27	1cm이하	
			0.01	0.25	1-2cm	
			0.05	1.27	2-3cm	
			0.26	6.60	3-4cm	
			3.57	90.61	4cm이상	
dice 1cm	大			□형		
				½이상		
				½이하		
	中	2.61kg	1.07	40.99	□형	
			0.64	24.52	½이상	
			0.9	34.48	½이하	
	小	3.49kg	1.23	35.24	□형	
			1.17	33.52	½이상	
			1.09	31.23	½이하	
	dice 2cm	大			□형	
					½이상	
					½이하	
		中	2.65kg	0.91	34.33	□형
				0.77	29.05	½이상
				0.97	36.60	½이하
小		3.43kg	0.88	25.66	□형	
			1.27	37.03	½이상	
			1.28	37.32	½이하	

당근		중량(kg)	%			
slice	大	1.18kg	0.04	3.38	1cm이하	
					1-2cm	
			0.01	0.84	2-3cm	
			0.17	14.40	3-4cm	
			0.96	81.35	4cm이상	
	中	4.22kg	0.4	3.31	1cm이하	
			0.04	0.94	1-2cm	
			0.34	8.05	2-3cm	
			1.86	44.07	3-4cm	
			1.84	44.60	4cm이상	
	小	1.43kg	0.08	5.59	1cm이하	
			0.02	1.39	1-2cm	
			0.18	12.58	2-3cm	
			0.78	54.54	3-4cm	
			0.37	25.87	4cm이상	
dice 1cm	大	1.38kg	0.73	52.90	□형	
			0.42	30.43	½이상	
			0.23	16.66	½이하	
	中	4.26kg	1.97	46.24	□형	
			1.19	27.93	½이상	
			1.10	25.82	½이하	
	小	1.62kg	0.65	40.12	□형	
			0.50	30.86	½이상	
			0.47	29.01	½이하	
	dice 2cm	大	1.51kg	0.58	38.41	□형
				0.35	23.17	½이상
				0.58	38.41	½이하
		中	4.26kg	1.39	32.62	□형
				1.10	25.82	½이상
				1.77	41.54	½이하
小		1.43kg	0.41	28.67	□형	
			0.54	37.76	½이상	
			0.48	33.56	½이하	

		0.43	2cm이하
		0.80	2-4cm
	中	1.43	4-6cm
	2.73kg	0.07	6-8cm이상
stripe		.	.8cm이상
		0.76	20.11
		0.84	22.22
	小	2.16	57.14
	3.78kg	0.02	0.53
		.	.
			8cm이상

		0.91	23.94	2cm이하
		0.74	19.47	2-4cm
	中	1.09	28.68	4-6cm
	3.80kg	0.55	14.47	6-8cm
stripe		0.51	13.42	8cm이상
		0.38	22.22	2cm이하
		0.61	35.67	2-4cm
	小	0.23	13.45	4-6cm
	1.71kg	0.16	9.35	6-8cm
		0.33	19.29	8cm이상

양배추와 배추의 수율은 표4와 같이 양배추는 “대”, “중” 모두 79.9% 였고, 양파는 “대”가 87.58%, “중,소”가 84.9%를 나타내었으며 양배추의 개당 평균 중량은 “대”가 1.40kg, “중”이 1.01kg 이었다. 양파의 개당 평균 중량은 “대”가 0.20kg, “중”이 0.14kg, “소”가 0.10kg 이었다.

표4. 양배추, 양파의 가식부위 수율

		양 배 추		
		원료량(kg)	전처리후	수율(%)
sizing	大	26.32	21.03	79.90
	中	11.39	9.10	79.89
	小	.	.	.

		양 파		
		원료량(kg)	전처리후	수율(%)
sizing	大	2.95	2.59	87.80
	中	4.02	3.40	84.58
	小	2.78	2.36	84.89

표5. 양배추, 양파의 개당 평균 크기

① 양 배 추

size	높 이	폭(cm)	(개당평균)
			무게(kg)
大(15개)	10.6	17.34	1.40
中(9개)	8.9	15.37	1.01
小(.개)	.	.	.

② 양 파

size	높이(cm)	가로폭(cm)	(개당평균)
			무게(kg)
大(13개)	5.91	7.59	0.20
中(24개)	5.86	6.65	0.14
小(23개)	5.58	5.85	0.10

양배추 와 양파의 절단방법에 따른 수율 조사는 양배추는 2절, 4절, 채 형태로 절 단하였고, 양파는 whole, 2절, 4절, 채 형태로 절단한 결과는 표6과 같다. 양배추는

크기에 관계없이 2, 4절은 99% 이상이었고, 채는 94% 정도였다. 양파는 절단방법과 관계없이 100%였다.

따라서 각 원료별 절단방법에 따라 수율이 90%가 넘는 것을 기준으로 향후 실험의 절단방법으로 정하였다. 즉, 감자의 slice는 3cm 이상, dice는 정사각형을 포함하여 모양이 1/2이하의 것도 모두 포함하기로 하였으며, 당근, 양배추, 양파도 이러한 기준에 따라 절단하여 시료에 공시하였다.

표6. 절단방법에 따른 양배추, 양파의 수율

양배추			양파				
	중량(kg)	%		중량(kg)	%		
2절	7.20kg(대)	7.00	97.22	whole	2.59	2.59	100.00
	2.43kg(중)	2.42	99.59		3.40	3.40	100.00
	소				2.36	2.36	100.00
4절	4.11kg(대)	4.09	99.51	2절	1.30	1.30	100.00
	3.02kg(중)	3.01	99.67		1.70	1.70	100.00
	소				1.20	1.20	100.00
채	6.86kg(대)	6.46	94.17	채	1.30	1.30	100.00
	5.98kg(중)	5.62	93.98		1.70kg	1.70	100.00
	소				1.16kg	1.16	100.00

2. 절단 방법이 제품의 품질에 미치는 영향 조사

가. 저장 온도별 호흡속도

감자를 절단방법별로 절단한 시료를 4℃에 저장하면서 CO₂량, 호흡량 및 호흡속도를 측정된 결과는 표7과 같다. 표7에서와 같이 원료 감자의 CO₂ 농도는 0.26이었으나 23시간 후 0.89%로 늘어났으며 박피한 후는 0.36에서 1.52로 slice한 것은 0.64에서 2.93으로 dice한 것은 0.54에서 2.12로, 채 형태는 0.75에서 2.92로 증가하였다. 호흡량도 CO₂농도와 비슷한 경향이었으며 호흡속도는 원료감자가 2.73, 박피 하였을 때 5.23, slice 10.26, dice 6.91, strip 9.34로 표면적이 넓은 slice, strip, dice 순으로 호흡속도가 빨라지는 경향이였다.

표7. 절단 감자의 호흡속도(4℃)

① CO₂농도(CO₂%)

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	0.26	0.36	0.64	0.54	0.75
2차	5hr	0.38	0.51	0.94	0.74	1.04
3차	8hr	0.46	0.63	1.15	0.89	1.27
4차	10hr	0.53	0.78	1.43	1.09	1.49
5차	20hr	0.82	1.36	2.60	1.84	2.56
6차	23hr	0.89	1.52	2.93	2.12	2.92

② 호흡량(mgCO₂)

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	24.28	33.84	59.89	49.98	68.38
2차	5hr	35.49	47.94	87.97	68.49	94.82
3차	8hr	42.96	59.22	107.62	82.38	115.79
4차	10hr	49.49	73.32	132.89	100.89	135.85
5차	20hr	76.57	127.84	243.31	170.30	233.41
6차	23hr	83.11	142.88	274.19	196.22	266.24

③ 호흡속도(mgCO₂/kg/hr)

Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
2.73	5.23	10.26	6.91	9.34

양파를 절단방법별로 절단한 시료를 0, 4, 10, 20℃에 저장하면서 O₂, CO₂량, 호흡량 및 호흡속도를 측정된 결과는 표8과 같다. 양파 원료의 O₂ 농도는 0℃ 47시간까지 20.24에서 19.06%로 큰 변화가 없었으며, 박피후 2절, 4절하여도 다소 감소는 하였으나 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러나 10, 20℃에서는 원료 양파는 13.80과 6.44%로 크게 감소하였으며 4절을 할 경우 9.10 과 1.62%로 내피가 표면에 노출되면서 크게 감소함을 알 수 있었다. 반면 CO₂ 농도는 O₂농도와는 상반되게 4, 10, 20℃ 저장온도가 높아짐에 따라 증가하는 것을 알 수 있었으며 이는 역시 원료보다는 박피후, 2절, 4절로 표면 노출이 심할수록 높은 경향이었다. 호흡량도 이와 비슷한 경향을 나타내어 호흡속도는 0℃ 저장온도에서는 원료 0.89, 박피후 0.78, 2절은 0.99, 4절은 0.93을 나타내어 크게 변화가 없음을 보여주고 있으나 4℃ 저장시는 5.80, 3.50, 5.93, 7.06으로 증가하였으며, 10℃는 3.67, 6.10, 7.17, 9.09로 20℃에서는 8.42, 9.67, 13.76, 13.75로 저장온도가 높을수록, 표면 노출이 심할수록 호흡속도가 빨라지는 것을 알 수 있었다. 따라서 양파는 절단후 4℃ 이하에서 저장하여야 함을 알 수 있었으며 이런 저장온도에서는 절단하여 포장후 저장하여도 2일은 가능하다고 보여진다.

표8. 절단 양파의 호흡속도

표 8-1. 양파의 O₂농도(O₂%)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	20.24	20.24	20.22	20.14
2차	4hr	20.07	20.13	20.08	20.02
3차	22hr	19.47	19.63	19.44	19.20
4차	30hr	19.59	20.48	19.31	19.47
5차	47hr	19.06	19.22	19.17	18.48

② 10℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	19.98	20.06	19.99	19.97
2차	4hr	19.57	19.74	19.67	19.60
3차	12hr	18.42	18.57	18.32	18.19
4차	22hr	16.85	16.34	16.29	15.41
5차	30hr	16.03	15.08	14.67	12.89
6차	47hr	13.80	12.01	12.04	9.10

③ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	19.32	19.54	18.97	18.64
2차	4hr	18.48	18.75	17.97	17.34
3차	12hr	15.92	16.11	13.70	11.84
4차	22hr	12.02	11.63	6.06	2.59
5차	30hr	9.56	9.43	2.83	1.38
6차	47hr	6.44	6.71	1.42	1.62

표8-2. 절단 양파의 CO₂농도(CO₂%)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	0.38	0.57	0.67	0.64
2차	4hr	0.56	0.71	0.77	0.73
3차	22hr	1.21	1.12	1.21	1.27
4차	30hr	1.55	1.38	1.69	1.53
5차	47hr	1.69	1.58	1.93	2.08

② 4℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	dice	stripe
1차	2hr	0.66	0.85	0.66	0.68
2차	4hr	1.10	1.06	0.98	1.09
3차	6hr	1.57	1.26	1.31	1.50
4차	18hr	3.97	2.56	3.48	4.12
5차	20hr	4.24	2.75	3.78	4.49
6차	22hr	4.65	3.05	4.25	5.06
7차	25hr	5.05	3.36	4.77	5.66

③ 10℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	0.55	0.71	0.76	0.74
2차	4hr	0.90	1.01	1.00	0.99
3차	12hr	1.94	1.97	1.97	2.00
4차	22hr	3.18	3.73	3.78	4.38
5차	30hr	4.12	4.95	5.39	6.47
6차	47hr	5.43	7.56	8.46	10.00

④ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	1.09	1.13	1.47	1.74
2차	4hr	1.81	1.81	2.26	2.71
3차	12hr	3.98	4.07	5.78	7.26
4차	22hr	7.15	8.08	12.53	15.35
5차	30hr	9.14	10.50	16.24	18.05
6차	47hr	11.86	13.41	19.51	20.46

표8-3. 절단양파의 호흡량(mgCO₂)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	11.15	19.82	22.66	18.97
2차	4hr	16.58	24.77	26.11	21.51
3차	22hr	35.68	38.86	41.15	37.30
4차	30hr	45.75	47.94	57.48	44.95
5차	47hr	49.94	55.02	65.66	61.19

② 4℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	dice	stripe
1차	2hr	21.03	0.85	23.25	23.54
2차	4hr	35.05	1.06	34.52	37.73
3차	6hr	50.02	1.26	46.15	51.94
4차	18hr	126.48	2.56	122.59	142.65
5차	20hr	135.09	2.75	133.16	155.46
6차	22hr	148.15	3.05	147.72	175.20
7차	25hr	160.89	3.36	168.03	195.97

③ 10℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	18.08	28.06	31.34	32.10
2차	4hr	26.69	35.19	41.48	42.82
3차	12hr	64.28	77.75	81.87	86.72
4차	22hr	105.27	147.43	156.79	189.27
5차	30hr	136.21	195.42	223.59	279.63
6차	47hr	179.58	298.34	350.68	431.92

④ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
1차	2hr	37.39	38.28	46.22	54.17
2차	4hr	62.07	61.22	70.76	84.51
3차	12hr	136.18	137.90	181.05	226.28
4차	22hr	244.76	274.14	392.74	478.30
5차	30hr	312.72	356.10	509.08	562.30
6차	47hr	405.94	454.67	626.89	623.17

표8-4. 절단 양파의 호흡속도(mgCO₂/kg/hr)

온도	Whole	Peeling(박피)	2절	4절
0℃저장	0.89	0.78	0.99	0.93
4℃저장	5.80	3.50	5.93	7.06
10℃저장	3.67	6.10	7.17	9.09
20℃저장	8.42	9.67	13.76	13.75

당근을 절단방법별로 절단한 시료를 0, 4, 10, 20℃에 저장하면서 O₂, CO₂량, 호흡량 및 호흡속도를 측정한 결과는 표9와 같다. 당근 원료의 O₂ 농도는 0℃ 47시간까지 19.41에서 14.55%로 양파보다는 다소 높았으며, 박피후 slice 한 것은 18.86에서 10.72로, dice는 19.89에서 8.82로 감소하였고, strip은 18.82에서 7.90으로 적어짐을 알 수 있었다. 10℃에서는 slice, dice, strip한 것이 47시간 후 1.05, 1.18,

0.98로 감소하였으며, 20℃는 10℃보다도 훨씬 더 산소농도가 적어짐을 알 수 있었다. CO₂ 농도는 O₂농도와는 상반되게 4, 10, 20℃ 저장온도가 높아짐에 따라 증가하는 것을 알 수 있었으며 이도 역시 원료보다는 표면 노출이 심할수록 높은 경향이였다. 호흡량도 이와 비슷한 경향을 나타내어 호흡속도는 0℃ 저장온도에서는 원료 1.91, 박피후 0.98, slice는 3.08, dice는 3.63, stripe은 4.51을 나타내었고, 4℃ 저장시는 4.29, 4.44, 10.34, 6.52, 11.76으로 증가하였으며, 10℃는 6.29, 6.80, 16.63, 19.26, 23.18로 20℃에서는 12.77, 19.96, 34.68, 47.99, 47.44로 저장온도가 높을수록, 표면 노출이 심할수록 호흡속도가 빨라지는 것을 알 수 있었다. 따라서 당근도 절단후 4℃ 이하에서 저장하여야 함을 알 수있었으며 이런 저장온도에서는 절단하여 포장후 저장하여도 2일은 가능하다고 보여진다.

표9. 절단 당근의 호흡속도

표9-1. 절단 당근의 O₂농도(O₂%)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	19.41	19.44	18.86	19.89	18.82
2차	4hr	19.39	19.10	18.27	17.89	17.94
3차	22hr	16.65	17.92	14.31	13.45	12.69
4차	30hr	15.91	17.41	13.51	11.80	11.20
5차	47hr	14.55	16.47	10.72	8.82	7.90

② 10℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	19.47	18.93	17.74	17.51	17.27
2차	4hr	18.42	18.52	16.13	15.66	15.93
3차	22hr	13.58	13.54	3.77	1.88	1.15
4차	30hr	12.32	11.53	1.17	1.25	0.99
5차	47hr	8.85	7.75	1.05	1.18	0.98

③ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	18.27	17.85	15.07	14.10	13.44
2차	4hr	16.94	16.24	11.61	9.95	8.26
3차	22hr	7.79	3.09	0.96	0.75	0.84
4차	30hr	5.54	1.41	0.89	0.58	0.56
5차	47hr	2.28	0.82	0.74	0.45	0.51

표9-2. 절단 당근의 CO₂농도(CO₂%)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	0.56	0.96	0.91	1.38	1.17
2차	4hr	0.83	1.20	1.30	1.56	1.52
3차	22hr	2.63	2.20	3.32	4.34	4.67
4차	30hr	2.90	2.52	3.96	5.28	5.84
5차	47hr	3.80	2.95	5.70	6.85	7.68

② 4℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	0.21	0.31	0.36	0.33	0.43
2차	5hr	0.37	0.50	0.65	0.56	0.79
3차	7hr	0.48	0.63	0.88	0.74	1.10
5차	25hr	1.49	1.61	3.24	2.25	3.78
6차	27hr	1.60	1.76	3.57	2.45	4.11
7차	29hr	1.70	1.87	3.91	2.64	4.44
8차	32hr	1.81	2.01	4.27	2.83	4.81

③ 10℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	1.39	1.51	1.79	2.11	2.10
2차	4hr	1.63	2.04	2.76	3.27	3.17
3차	22hr	5.20	5.43	11.92	14.28	16.45
4차	30hr	6.59	6.76	15.28	18.66	21.00
5차	47hr	9.15	9.72	23.14	26.87	31.99

④ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	1.82	2.57	3.60	4.69	5.32
2차	4hr	2.83	3.81	5.99	7.70	9.34
3차	22hr	11.09	15.20	29.22	39.71	43.32
4차	30hr	13.68	18.88	35.94	48.68	52.02
5차	47hr	19.84	27.29	47.70	65.03	67.18

표9-3. 절단 당근의 호흡량(mgCO₂)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	18.37	34.71	30.47	45.43	38.89
2차	4hr	27.21	43.39	43.53	51.35	50.52
3차	22hr	86.23	79.55	111.17	142.86	155.23
4차	30hr	95.08	91.12	132.60	173.80	194.12
5차	47hr	98.36	72.31	167.42	197.50	232.67

② 4℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	16.22	23.99	27.77	25.07	33.55
2차	5hr	28.58	38.69	50.14	42.55	61.64
3차	7hr	37.07	48.75	67.89	56.23	85.83
5차	25hr	115.08	124.58	249.95	170.96	294.93
6차	27hr	123.58	136.18	275.40	186.15	320.67
7차	29hr	131.30	144.69	301.63	200.59	346.42
8차	32hr	139.80	155.53	329.40	215.02	375.29

③ 10℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	50.39	61.04	63.12	75.63	74.70
2차	4hr	59.09	82.46	97.32	117.21	112.76
3차	22hr	180.50	219.49	420.31	511.84	585.17
4차	30hr	238.89	273.25	528.91	645.17	747.02
5차	47hr	326.24	363.79	810.99	931.91	1102.74

④ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
1차	2hr	60.00	93.37	125.18	162.71	178.24
2차	4hr	93.30	138.42	208.28	267.14	312.92
3차	22hr	365.63	552.21	1016.02	1377.66	1451.36
4차	30hr	451.02	685.90	1249.69	1688.86	1742.84
5차	47hr	626.41	980.89	1634.26	2255.05	2244.72

표9-4. 절단당근의 호흡속도($\text{mgCO}_2/\text{kg/hr}$)

온도	Whole	Peeling(박피)	slice	dice	stripe
0℃저장	1.91	0.98	3.08	3.63	4.51
4℃저장	4.29	4.44	10.34	6.52	11.76
10℃저장	6.29	6.80	16.63	19.26	23.18
20℃저장	12.77	19.96	34.68	47.99	47.44

양배추를 절단방법별로 절단한 시료를 0, 4, 20℃에 저장하면서 O_2 , CO_2 량, 호흡량 및 호흡속도를 측정한 결과는 표10과 같다. 양배추 원료의 O_2 농도는 0℃ 48시간까지 19.94에서 17.30%로, 박피후 2절 한 것은 20.06에서 16.82로, 4절은 19.95에서 16.75로 감소하였다. 20℃는 훨씬 더 산소농도가 적어짐을 알 수 있었다. 양배추의 호흡속도는 0℃ 저장온도에서는 원료 1.12, 2절은 1.36, 4절은 1.37, strip은 5.11을 나타내었고, 4℃ 저장시는 0.03, 5.00, 5.61, 12.51이었으며, 20℃에서는 11.07, 11.33, 12.77, 12.00, 28.99로 저장온도가 높을수록, 표면 노출이 심할수록 호흡속도가 빨라지는 것을 알 수 있었다. 따라서 양배추도 절단후 4℃ 이하에서 저장하여야 함을 알 수 있었으며 이런 저장온도에서는 절단하여 포장후 저장하여도 2일은 가능하다고 보여진다.

표10. 절단 양배추의 호흡속도

표10-1. 절단 양배추의 O_2 농도($\text{O}_2\%$)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
1차	3hr	19.94	20.07	20.06	19.95	18.39
2차	5hr	19.80	19.85	19.43	19.72	18.31
3차	17hr	18.56	18.94	18.62	18.39	13.36
4차	22hr	18.33	18.36	18.23	17.69	12.53
5차	25hr	18.15	18.22	17.78	17.73	11.59
6차	41hr	17.42	17.50	17.14	16.97	9.05
7차	48hr	17.30	17.30	16.82	16.75	7.8

② 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
1차	3hr	17.97	18.14	17.14	16.97	12.78
2차	5hr	16.34	16.84	15.73	14.85	7.33
3차	8hr	14.44	15.33	13.54	13.12	0.96
4차	22hr	8.72	9.50	6.92	6.12	0.91
5차	30hr	6.52	6.46	3.98	3.70	0.79
6차	45hr	4.50	2.82	0.93	1.10	0.58

표10-2. 절단 양배추의 CO₂농도(CO₂%)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
1차	3hr	0.43	0.23	0.40	0.40	1.41
2차	5hr	0.63	0.39	0.54	0.57	1.82
3차	17hr	1.35	1.11	1.26	1.38	5.09
4차	22hr	1.52	1.24	1.55	1.57	5.80
5차	25hr	1.74	1.36	1.79	1.69	6.28
6차	41hr	2.24	1.82	2.22	2.32	8.17
7차	48hr	2.55	2.13	2.74	2.65	9.29

② 4℃저장

	Time	Whole	2절	4절	stripe
1차	2hr	0.12	0.15	0.20	0.26
2차	4hr	0.15	0.18	0.25	0.34
3차	6hr	0.16	0.22	0.31	0.46
4차	10hr	.	0.28	0.44	0.68
5차	24hr	.	0.50	0.90	1.45
6차	26hr	.	0.52	0.95	1.54
7차	28hr	.	0.55	1.01	1.64
8차	30hr	.	0.58	1.09	1.75
10차	48hr	.	0.80	1.57	2.43

③ 20℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
1차	3hr	2.38	2.25	2.75	2.83	7.0
2차	5hr	4.05	3.74	4.28	4.55	11.76
3차	8hr	5.22	4.59	5.95	6.40	18.24
4차	22hr	10.48	10.11	11.47	11.97	28.70
5차	30hr	12.60	12.21	14.30	14.67	33.16
6차	45hr	15.69	15.53	17.30	17.24	41.51
7차	54hr	16.68	16.76	19.27	18.38	46.71

표10-3. 절단 양배추의 호흡량(mgCO₂)

① 0℃저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
1차	3hr	17.98	9.62	16.83	16.79	58.93
2차	5hr	26.35	16.31	22.72	23.92	76.07
3차	17hr	56.46	46.41	53.02	57.92	212.75
4차	22hr	63.57	51.85	65.22	65.90	242.42
5차	25hr	72.77	56.87	75.32	70.93	262.48
6차	41hr	93.68	76.10	93.42	97.38	341.48
7차	48hr	106.65	89.06	115.30	111.23	388.29

②4℃저장

	Time	Whole	2절	4절	stripe
1차	2hr	24.84	52.90	37.71	68.39
2차	4hr	31.10	63.48	47.14	89.43
3차	10hr	.	99.08	82.96	178.86
4차	24hr	.	176.33	169.70	381.39
5차	28hr	.	193.97	190.44	431.37
6차	30hr	.	204.55	205.52	460.30
7차	48hr	.	282.13	296.03	639.17

③ 20℃ 저장

	Time	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
1차	3hr	94.01	88.87	109.65	111.89	278.22
2차	5hr	159.97	147.71	170.70	179.89	467.41
3차	8hr	206.18	181.29	237.30	253.03	724.97
4차	22hr	413.94	399.31	457.45	473.25	11140.71
5차	30hr	497.68	482.25	570.32	580.00	1317.97
6차	45hr	619.73	613.38	689.96	681.60	1649.85
7차	54hr	658.83	661.96	768.53	726.67	1856.53

표10-4. 절단 양배추의 호흡속도(mgCO₂/kg/hr)

온도	Whole	Peeling(박피)	2절	4절	stripe
0℃저장	1.12	1.36	1.46	1.37	5.11
4℃저장	0.03	.	5.00	5.61	12.51
20℃저장	11.07	11.33	12.77	12.00	28.99

나. 절단 채소류의 색깔

감자, 당근, 양파, 양배추를 절단하여 색차계로 측정한 결과는 표11, 12, 13, 14와 같다. 감자의 색깔은 박피, 세절한 후 slice, dice, strip 모두 갈변이 심하여 상품으로서의 가치가 없었다. NaCl, CaCl₂, citric acid, 자몽추출물등 침지하여 색깔을 측정하였으나 큰 효과를 나타내지 않아 이는 추후 갈변방지 시험을 다시 실시하였다.

표11. 절단 감자의 색깔

	slice			dice			채		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
NaCl 0.05%	71.31	-4.60	21.61	69.41	-1.71	19.92	65.37	-1.01	16.01
NaCl 0.1%	71.20	-4.36	22.20	70.53	-2.80	20.78	66.14	-0.49	15.17
CaCl ₂ 0.05%	70.22	-4.41	21.32	68.69	-1.77	19.62	61.51	-0.29	13.89
CaCl ₂ 0.1%	71.04	-4.88	22.09	69.92	-2.63	20.51	66.33	-1.73	15.72
Citric acid 0.05%	70.20	-3.27	20.90	69.63	-0.77	20.22	67.33	-1.57	15.71
Citric acid 0.1%	69.29	-2.94	19.71	68.15	-1.26	19.97	65.65	-0.52	16.02
Zap	69.49	-3.90	20.38	66.80	-1.69	19.99	64.57	-0.70	15.67
Clean chol	63.77	+3.87	17.03	42.12	+3.67	5.15	57.77	+2.19	5.76
water	72.28	-4.61	21.12	69.36	-2.65	21.14	63.86	-1.43	15.75

당근은 slice, strip, dice 모두 색깔은 큰 변화가 없어 상품으로서 가치는 충분하였다.

표12. 절단 당근의 색깔

		1일			2일			3일			4일		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
slice	대조군	58.67	31.07	45.86	59.44	29.41	44.02	58.14	28.80	43.07	59.29	29.38	45.97
	zap	57.44	31.65	46.57	57.77	30.36	45.46	58.53	30.89	45.21	58.31	30.35	45.17
stripe	대조군	51.39	27.02	40.62	54.09	27.92	43.74	56.07	27.04	41.11	52.71	24.57	40.27
	zap	52.16	24.62	39.46	53.65	26.40	40.48	50.51	24.69	37.71	53.13	27.09	41.20
dice	대조군	50.13	23.88	37.99	54.48	27.76	42.53	54.50	26.08	40.05	52.03	25.29	38.68
	zap	51.94	29.35	42.17	52.05	24.32	38.26	51.61	23.07	37.28	52.17	24.41	38.77

절단 양파의 색깔은 채, dice 모두 상온이나 저온에서 저장 4일까지 색깔의 큰 변화를 보이지 않았다.

표13. 절단 양파의 색깔

		1일			2일			3일			4일			
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
상온	박피	대조군	76.52	-6.48	12.41	77.75	-6.32	14.99	71.80	-5.81	13.67	76.12	-5.27	17.87
		Zap	67.48	-6.41	11.89	74.53	-6.82	12.81	63.45	-4.49	9.12	65.25	-4.28	11.17
		clean cohol	65.68	-6.71	12.35	75.22	-7.57	15.87	60.30	-5.35	10.70	58.63	-5.05	10.21
	채	대조군	72.19	-5.56	8.11	75.86	-5.82	11.49	73.27	-5.53	11.48	72.95	-4.66	14.16
		Zap	58.56	-4.89	7.36	63.16	-4.90	8.64	62.76	-4.93	8.47	64.81	-5.05	8.42
		clean cohol	54.37	-5.57	8.12	62.12	-6.71	10.54	55.86	-5.82	9.15	53.46	-4.80	7.17
	dice	대조군	71.67	-5.88	9.7	68.59	-6.05	9.42	78.15	-5.01	7.30	76.54	-5.94	10.42
		Zap	67.49	-5.31	7.72	72.62	-5.74	9.09	69.60	-4.67	6.76	69.30	-4.68	5.93
		clean cohol	61.32	-5.19	7.29	71.63	-6.22	10.00	56.54	-5.10	8.15	55.22	-5.03	7.76

		1일			2일			3일			4일			
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
저온	박피	대조군	76.04	7.42	14.35	76.60	-6.04	11.06	78.32	-6.03	11.14	75.48	-5.43	10.86
		Zap	70.14	6.34	10.78	71.78	-6.51	12.15	71.01	-6.47	11.99	70.03	-6.28	11.58
		clean cohol	75.22	5.86	9.72	71.62	-5.75	9.30	73.24	-5.64	9.03	64.57	-5.19	8.06
	채	대조군	66.94	4.67	6.78	73.15	-6.06	10.45	71.90	-5.79	10.13	73.15	-5.67	9.66
		Zap	59.21	4.54	5.93	65.68	-5.70	10.48	71.91	-5.08	6.60	75.55	-6.15	15.35
		clean cohol	51.89	4.62	5.03	55.44	-5.41	7.02	59.40	-5.87	9.41	52.11	-5.11	7.62
	dice	대조군	74.55	6.22	10.43	72.52	-6.83	11.22	67.78	-5.66	9.48	71.22	-5.23	7.86
		Zap	70.20	4.79	6.35	64.18	-4.76	6.69	71.22	-5.73	7.65	71.34	-4.70	5.54
		clean cohol	63.25	5.87	9.17	66.67	-6.55	10.10	55.18	-5.51	7.96	63.63	-5.01	7.16

절단 양배추의 색깔도 큰 변화를 나타내지 않고 4일간 저장하여도 상품성은 있었다.

표. 14 절단 양배추의 색깔

		1			2			3			4일		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	
저온	대조군	78.03	-8.41	23.81	86.63	-9.73	31.03	71.54	-14.54	33.93	73.27	-13.58	29.
	Zap	76.48	-8.19	27.61	84.39	-9.28	28.33	68.77	-9.43	30.26	70.94	-8.21	26.
	2절 Clean	75.03	-4.76	14.90	74.01	-2.19	14.39	67.22	-2.04	17.62	72.22	-0.48	19.
	cohol												
	water	77.33	-9.05	24.36	81.41	-7.44	27.26	68.52	-14.61	33.93	69.35	-13.20	29.
	대조군	72.41	-13.03	22.15	81.22	-10.71	21.54	79.22	-11.06	23.92	74.02	-8.32	15.
	Zap	73.46	-9.96	20.09	77.39	-8.35	19.27	78.59	-7.25	14.58	77.73	-8.88	16.
	2절 Clean	72.05	-5.51	13.35	77.60	-5.68	18.74	76.85	-4.35	17.14	72.78	-4.43	14.
	cohol												
	water	75.63	-12.41	23.75	70.84	-5.94	13.14	71.68	-7.92	17.17	69.71	-8.45	16.

		12월 15일			12월 16일			12월 17일			12월 18일		
		L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	
상온	대조군	77.78	-14.08	33.96	74.68	-13.80	35.84	84.29	-11.50	31.75	77.56	-14.93	29.
	Zap	81.21	-7.46	27.08	72.95	-10.23	29.12	81.69	-9.35	29.14	72.98	-8.13	24.
	2절 Clean	72.01	-4.79	11.98	71.45	-4.78	12.98	73.72	-4.06	17.04	72.05	-0.39	22.
	cohol												
	water	78.34	-7.44	29.73	71.67	-14.74	32.62	80.93	-9.28	30.58	76.68	-13.02	30.
	대조군	72.88	-8.22	20.27	72.40	-12.14	21.27	79.43	-11.84	23.12	72.27	-14.50	26.
	Zap	73.85	-4.94	17.00	75.56	-8.53	20.72	74.04	-8.49	17.77	75.18	-7.45	19.
	2절 Clean	69.96	-9.07	19.53	76.50	-4.20	16.95	72.00	-3.86	15.95	74.40	-4.01	15.
	cohol												
	water	73.85	-9.07	19.53	78.03	-9.80	19.55	71.83	-5.86	14.45	75.56	-7.82	20.

다. 감자의 갈변 방지 시험

감자는 제주 성산에서 지난해 수확하여 저장된 것으로 1999년 2월에 구입하여 5°C저장고에서 저장하였다. 실험 시작 시 원재료를 수세한 후 박피, 절단하고 5종류의 NaCl, CaCl₂, 0-157 Zap(천연보존제), Citric acid, Clean chol(살균제)을 농도별, 침지 시간별로 적정 갈변방지제를 선정하여 후 저장중 품질을 평가하였다.

사용된 감자의 환원당은 7.99%, 비타민 C함량은 7.69%였다.

감자를 slice, strip하여 상기의 갈변방지제로 침지 처리한 후 색깔을 측정한 결과는 표 15와 같다. 각 용액에 침지 한 결과 Clean chol은 탈색이 되며, 조직의 연화 정도가 심하였고, zap용액은 알코올향이 강하게 느껴져 상품가치가 없었고, NaCl, CaCl₂, Citric acid에 침지시켰을때 control 보다 양호하나 큰 차이는 없었지만 citric acid가 효과가 있었다.

표15. 절단 감자의 갈변 방지제별 색깔

Treatments	Storage period									
	Slice						Stripe			
	30min			4day			4day			
	L	a	b	L	a	b	ΔE	L	a	b
NaCl 0.05%	71.31	-4.60	21.61	69.41	-1.71	19.92	18.09	65.37	-1.01	16.01
NaCl 0.1%	71.20	-4.36	22.20	70.53	-2.80	20.78	2.54	66.14	-0.49	15.17
CaCl ₂ 0.05%	70.22	-4.41	21.32	68.69	-1.77	19.62	4.81	61.51	-0.29	13.89
CaCl ₂ 0.1%	71.04	-4.88	22.09	69.92	-2.63	20.51	3.14	66.33	-1.73	15.72
Citric acid 0.05%	70.20	-3.27	20.90	69.63	-0.77	20.22	4.75	67.33	-1.57	15.71
Citric acid 0.1%	69.29	-2.94	19.71	68.15	-1.26	19.97	5.44	65.65	-0.52	16.02
Zap(10배희석)	69.49	-3.90	20.38	66.80	-1.69	19.99	6.31	64.57	-0.70	15.67
Clean chol	63.77	+3.87	17.03	42.12	+3.67	5.15	34.14	57.77	+2.19	5.76
Control	72.28	-4.61	21.12	69.36	-2.65	21.14	3.52	63.86	-1.43	15.75

표15에서의 농도로는 갈변방지 효과가 미흡하여 각 처리제의 농도를 달리하여 침지한 후 20, 5°C에 저장하면서 색깔을 측정한 결과는 표16과 같다. NaCl, CaCl₂, Citric acid 용액 처리 시 Citric acid 처리군의 경우 다소 갈변 방지 효과가 나타났으며 각 처리군에서 0.4% 농도가 효과가 큰 것으로 나타났다. 저장온도 에서는 citric acid의 백색도를 보면 5°C 무처리구가 69.36에서 21시간 경과 뒤 58.87로 갈변이 심함을 알 수 있었고, 0.4% citric acid는 67.56으로 갈변방지 효과가 있었고 20°C 에서는 60.41로 저온보다는 갈변방지 효과가 적음을 알 수 있었다. NaCl, CaCl₂도 무처리구에 비하여 방지 효과는 있었으나 citric acid보다는 효과가 적었다.

표15-1. 절단 감자의 20°C 저장시 NaCl, CaCl₂의 농도별 색깔

group	0hr			1hr			2hr			
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
NaCl	control	68.12	-6.05	25.31	64.05	-2.63	24.25	64.11	-3.41	22.88
		±1.27	±0.50	±1.03	±0.59 ^b	±0.60 ^a	±0.62 ^a	±0.68	±0.30 ^b	±0.93 ^b
	0.05%	68.12	-6.05	25.31	60.07	-3.78	22.60	62.66	-2.30	25.00
	NaCl	±1.27	±0.50	±1.03	±1.74 ^c	±0.10 ^b	±0.80 ^b	±0.77	±0.84 ^a	±1.84 ^a
NaCl	0.4%	68.12	-6.05	25.31	66.49	-4.17	23.19	63.24	-4.38	26.08
	NaCl	±1.27	±0.50	±1.03	±0.73 ^a	±0.75 ^b	±0.47 ^b	±3.28	±0.79 ^c	±1.55 ^a
CaCl ₂	control	66.64	-6.64	24.36	63.97	-3.66	23.87	60.14	-3.32	23.54
		±1.98	±0.46	±0.97	±0.24 ^b	±0.53 ^{ab}	±0.69	±2.15 ^b	±0.81	±2.27
	0.05%	66.64	-6.64	24.36	65.09	-3.38	24.54	62.03	-2.71	23.88
	CaCl ₂	±1.98	±0.46	±0.97	±0.63 ^a	±0.33 ^a	±0.76	±0.72 ^{ab}	±0.82	±1.13
	0.4%	66.64	-6.64	24.36	65.93	-4.25	24.55	63.00	-2.80	22.77
CaCl ₂	±1.98	±0.46	±0.97	±0.92 ^a	±0.53 ^b	±1.10	±2.28 ^a	±0.72	±0.94	

group	3hr			4hr			5hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	60.99 ±1.11	-2.85 ±0.40	21.64 ±0.70 ^b	61.04 ±3.39	-3.46 ±1.11	22.82 ±1.53 ^{ab}	59.23 ±2.80 ^b	-3.94 ±0.31	21.11 ±0.52 ^b
NaCl	60.63 ±3.85	-2.64 ±1.00	22.01 ±0.94 ^b	60.01 ±0.85	-2.99 ±0.60	21.52 ±0.42 ^b	61.59 ±2.01 ^{ab}	-4.08 ±1.6	22.68 ±0.93 ^{ab}
	63.81 ±2.17	-3.69 ±1.04	23.10 ±0.20 ^a	63.28 ±2.10	-3.30 ±0.65	23.81 ±0.96 ^a	62.89 ±1.12 ^a	-3.95 ±0.89	22.00 ±0.40 ^a
control	60.57 ±1.58	-4.11 ±0.56 ^b	22.06 ±0.62 ^{ab}	58.21 ±1.55	-2.72 ±0.31 ^a	22.40 ±1.03	60.39 ±2.03 ^b	-3.71 ±0.46	21.35 ±1.75
CaCl ₂	62.19 ±1.87	-3.62 ±0.58 ^{ab}	21.59 ±0.50 ^b	60.51 ±2.05	-3.11 ±0.66 ^a	21.20 ±0.92	58.07 ±1.68 ^{ab}	-3.40 ±0.10	19.91 ±0.53
	62.35 ±0.96	-3.09 ±0.37 ^a	22.34 ±0.15 ^a	61.33 ±3.22	-4.25 ±1.19 ^b	22.26 ±2.86	61.24 ±1.19 ^a	-4.02 ±0.26	20.83 ±0.61

표15-2. 절단 감자의 20℃ 저장시 citric acid의 농도별 색깔

group	0hr			30min			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	69.36 ±2.73	-7.96 ±0.62	25.72 ±1.26	63.31 ±2.45	-4.44 ±0.95	24.00 ±2.12	60.87 ±1.95	-1.36 ±0.51	23.86 ±0.89
0.05% citric acid	69.36 ±2.73	-7.96 ±0.62	25.72 ±1.26	65.40 ±2.64	-5.58 ±0.79	23.52 ±1.27	61.76 ±2.65	-1.62 ±0.56	24.19 ±0.93
0.4% citric acid	69.36 ±2.73	-7.96 ±0.62	25.72 ±1.26	67.93 ±1.03	-7.17 ±0.28	22.61 ±1.52	66.40 ±1.92	-6.43 ±0.79	21.34 ±1.16

group	4hr			21hr			27hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	60.01 ±2.68	-2.35 ±1.12	21.53 ±1.29	57.61 ±1.53	-1.57 ±0.68	22.22 ±0.28	55.35 ±0.68	-0.29 ±0.19	21.95 ±0.59
0.05% citric acid	61.46 ±2.91	-1.93 ±0.94	23.44 ±0.95	55.00 ±1.84	-1.16 ±0.23	21.31 ±0.74	53.31 ±1.11	-0.10 ±0.59	22.54 ±0.41
0.4% citric acid	65.62 ±3.36	-5.02 ±1.34	22.30 ±1.00	60.41 ±0.39	-2.20 ±0.36	24.18 ±0.20	64.38 ±0.31	-3.30 ±0.20	25.06 ±1.56

표15-3. 절단 감자의 5℃ 저장시 NaCl 농도별 색깔

group	0hr			1hr			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	68.12	-6.05	25.31	64.15	-2.56	23.31	62.57	-1.95	22.95
	±1.27	±1.50	±1.03	±0.59 ^a	±0.27 ^a	±0.80	±1.94	±0.73	±0.24
Nac I 0.05% NaCl	68.12	-6.05	25.31	63.56	-3.99	23.11	61.75	-2.04	22.85
	±1.27	±1.50	±1.03	±1.04 ^{ab}	±0.60 ^b	±0.78	±3.92	±0.94	±1.15
0.4% NaCl	68.12	-6.05	25.31	62.66	-2.79	23.18	64.38	-3.04	23.49
	±1.27	±1.50	±1.03	±1.12 ^b	±0.79 ^a	±0.39	±73.49	±0.97	±0.39

group	3hr			4hr			5hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	62.43	-2.02	23.25	63.17	-2.83	22.98	61.39	-2.09	21.88
	±2.60	±1.09 ^{ab}	±0.74 ^{ab}	±23.67	±0.80 ^b	±1.42 ^b	±0.74 ^{ab}	±0.28	±1.43 ^b
Nac I 0.05% NaCl	62.60	-1.90	22.93	62.04	-1.75	22.34	60.70	-1.96	22.68
	±0.68	±0.39 ^a	±0.35 ^b	±0.60	±0.31 ^a	±0.45 ^b	±1.67 ^b	±0.90	±1.07 ^{ab}
0.4% NaCl	64.25	-3.03	24.08	64.22	-3.80	25.88	63.78	-2.84	23.83
	±0.59	±0.68 ^b	±0.67 ^a	±1.50	±0.44 ^c	±0.31 ^a	±1.74 ^a	±0.81	±0.12 ^a

표15-4. 절단 감자의 5℃ 저장시 CaCl2 농도별 색깔

group	0hr			5hr		
	L	a	b	L	a	b
control	66.64±1.98	-6.64±0.46	24.36±0.97	62.03±1.23 ^a	-2.47±0.79 ^a	22.75±0.75 ^a
Ca Cl ₂ 0.05%	66.64±1.98	-6.64±0.46	24.36±0.97	58.94±1.09 ^b	-2.72±1.12 ^a	20.36±0.88 ^b
0.4% CaCl ₂	66.64±1.98	-6.64±0.46	24.36±0.97	61.68±2.15 ^a	-4.18±0.61 ^b	21.69±1.71 ^{ab}

표15-5. 절단 감자의 5℃ 저장시 citric acid 농도별 색깔

group	0hr			5hr			21hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	69.36	-7.96	25.72	59.70	-1.81	23.38	58.87	-2.39	21.41
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.80	±0.97	±0.97	±3.06	±0.70	±2.15
citric acid 0.05%	69.36	-7.96	25.72	63.30	-1.83	24.79	58.66	-1.98	20.37
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.54	±1.24	±1.58	±0.99	±0.40	±0.21
0.4% citric acid	69.36	-7.96	25.72	69.02	-6.99	23.24	67.56	-5.10	22.43
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.16	±0.38	±1.01	±0.86	±0.28	±0.53

group	27hr			451hr		
	L	a	b	L	a	b
cit control	58.97	-3.09	21.12	53.00	-1.27	19.65
	±1.69	±0.47	±0.84	±3.06	±0.70	±1.35
ric 0.05% citric acid	57.50	-2.08	20.32	54.03	-1.39	20.19
	±1.14	±0.06	±0.82	±2.21	±0.71	±1.26
d 0.4% citric acid	63.18	-2.93	23.24	62.67	-3.35	22.95
	±0.43	±0.20	±0.52	±2.84	±0.66	±1.90

선택된 0.4%농도의 각 처리군 실험시 또한 citric acid처리군의 경우 다소 효과가 높게 나타났다.

표16. 절단 감자의 갈변 방지제 색깔 비교

group	2hr		
	L	a	b
control	64.76±1.89 ^D	-3.38±0.94 ^a	23.60±1.04 ^a
0.4% CaCl ₂	65.57±1.10 ^D	-5.84±0.78 ^b	23.02±2.44 ^{ab}
0.4% NaCl	65.08±2.05 ^D	-3.54±0.68 ^a	23.85±1.11 ^a
0.4% citric acid	67.28±0.94 ^a	-6.56±0.39 ^c	21.68±0.74 ^D

Citric acid의 농도를 달리하면서 절단 감자의 색깔을 측정 한 결과는 표16과 같이 0.4% 농도가 효과가 가장 컸다

표16-1. 절단 감자의 Citric acid 농도별 색깔(20℃)

group	0hr			30min			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	69.36	-7.96	25.72	63.31	-4.44	24.00	60.87	-1.36	23.86
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.45 ^c	±0.95 ^a	±2.12	±1.95 ^b	±0.51 ^a	±0.89 ^a
0.05% citric acid	69.36	-7.96	25.72	65.40	-5.58	23.52	61.56	-1.62	24.19
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.64 ^{bc}	±0.79 ^b	±1.27	±2.65 ^b	±0.56 ^a	±0.93 ^a
0.1% citric acid	69.36	-7.96	25.72	65.79	-5.26	23.59	63.61	-2.96	23.04
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.47 ^{bc}	±0.95 ^{ab}	±0.54	±2.86 ^{ab}	±1.91 ^b	±2.34 ^a
0.2% citric acid	69.36	-7.96	25.72	68.07	-6.76	23.69	64.97	-5.87	25.00
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.93 ^{ab}	±0.74 ^c	±1.26	±2.70 ^a	±0.79 ^c	±1.54 ^a
0.3% citric acid	69.36	-7.96	25.72	69.80	-7.01	23.93	63.54	-6.07	21.54
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.14 ^a	±0.31 ^c	±1.74	±1.24 ^{ab}	±0.61 ^c	±1.33 ^b
0.4% citric acid	69.36	-7.96	25.72	67.93	-7.17	22.61	66.40	-6.43	21.34
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.03 ^{ab}	±0.28 ^c	±1.52	±1.92 ^a	±0.79 ^c	±1.16 ^b

group	4hr			21hr			27hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	60.01	-2.35	21.53	57.61	-1.57	22.22	55.35	-0.29	21.95
	±2.68 ^c	±1.12 ^a	±1.29 ^{bc}	±1.53 ^{bc}	±0.68 ^{bc}	±0.28 ^d	±0.68 ^d	±0.19 ^a	±0.59 ^b
0.05% citric acid	61.46	-1.93	23.49	55.00	-1.16	21.31	53.31	-0.10	22.54
	±2.91 ^{bc}	±0.94 ^a	±0.95 ^a	±1.84 ^d	±0.23 ^{ab}	±0.74 ^{dc}	±1.11 ^e	±0.59 ^a	±0.41 ^b
0.1% citric acid	63.40	-2.50	22.87	56.34	-0.97	22.41	55.94	-1.51	23.75
	±0.64 ^{ab}	±0.90 ^a	±1.02 ^{ab}	±2.06 ^{cd}	±0.46 ^a	±1.72 ^{bc}	±1.12 ^d	±0.79 ^b	±1.76 ^b
0.2% citric acid	65.86	-4.87	23.39	58.79	-2.08	23.54	59.47	-2.07	23.25
	±1.53 ^a	±0.65 ^b	±1.39 ^a	±2.23 ^{ab}	±0.11 ^{dc}	±0.09 ^a	±0.43 ^b	±0.02 ^b	±0.32 ^b
0.3% citric acid	63.60	-5.62	21.27	60.80	-2.23	23.34	58.43	-2.07	23.21
	±2.67 ^{ab}	±0.53 ^b	±0.63 ^c	±0.36 ^a	±0.46 ^d	±0.47 ^{ab}	±0.40 ^c	±0.33 ^b	±0.54 ^b
0.4% citric acid	65.62	-5.02	22.30	60.41	-2.20	24.18	64.38	-3.30	25.06
	±3.36 ^a	±1.34 ^b	±1.00 ^{abc}	±0.39 ^a	±0.36 ^d	±0.20 ^a	±0.31 ^a	±0.20 ^c	±1.56 ^a

표16-2. 절단 감자의 Citric acid 농도별 색깔(5°C)

group	0hr			5hr			21hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	69.36	-7.96	25.72	59.70	-1.81	23.38	58.87	-2.39	21.41
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.80 ^d	±0.97 ^a	±0.97 ^{ab}	±3.06 ^c	±0.70 ^b	±2.15 ^{bc}
0.05% citric acid	69.36	-7.96	25.72	63.30	-1.83	24.79	58.66	-1.98	20.37
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.54 ^c	±1.24 ^a	±1.58 ^a	±0.99 ^c	±0.40 ^{ab}	±0.21 ^c
0.1% citric acid	69.36	-7.96	25.72	65.06	-2.74	24.73	56.94	-1.71	21.63
	±2.73	±0.62	±1.26	±2.12 ^{bc}	±1.21 ^a	±1.31 ^a	±1.02 ^c	±0.24 ^a	±0.05 ^{bc}
0.2% citric acid	69.36	-7.96	25.72	66.69	-5.16	22.40	63.86	-3.21	23.60
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.43 ^{ab}	±0.30 ^b	±1.21 ^b	±0.97 ^b	±0.21 ^c	±0.65 ^a
0.3% citric acid	69.36	-7.96	25.72	67.16	-5.88	22.06	64.17	-3.78	22.51
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.25 ^{ab}	±0.37 ^b	±1.03 ^b	±0.65 ^b	±0.73 ^c	±0.21 ^{ab}
0.4% citric acid	69.36	-7.96	25.72	69.02	-6.99	23.24	67.56	-5.10	22.43
	±2.73	±0.62	±1.26	±1.16 ^a	±0.38 ^c	±1.01 ^{ab}	±0.86 ^a	±0.28 ^c	±0.53 ^{ab}

group	27hr			45hr		
	L	a	b	L	a	b
control	58.97 ±1.69 ^c	-3.09 ±0.47 ^c	21.12 ±0.84 ^b	53.00 ±3.06 ^b	-1.27 ±0.70 ^a	19.65 ±1.35 ^c
0.05% citric acid	57.50 ±1.14 ^c	-2.08 ±0.06 ^b	20.32 ±0.82 ^b	54.03 ±2.21 ^b	-1.39 ±0.71 ^a	20.19 ±1.26 ^{bc}
0.1% citric acid	54.71 ±0.87 ^c	-1.40 ±0.69 ^a	19.30 ±0.42 ^c	53.93 ±5.06 ^b	-1.52 ±1.09 ^a	20.33 ±2.02 ^{bc}
0.2% citric acid	62.71 ±1.19 ^b	-2.47 ±0.35 ^{bc}	22.74 ±0.70 ^a	56.21 ±3.12 ^b	-1.65 ±0.78 ^a	21.17 ±0.77 ^{abc}
0.3% citric acid	64.61 ±1.57 ^a	-4.73 ±0.67 ^d	22.61 ±0.55 ^a	57.36 ±2.56 ^b	-1.81 ±1.13 ^a	21.85 ±0.91 ^{ab}
0.4% citric acid	63.18 ±0.43 ^{ab}	-2.93 ±0.20 ^c	23.24 ±0.52 ^a	62.67 ±2.84 ^a	-3.35 ±0.66 ^b	22.95 ±1.90 ^a

선정된 갈변 방지제 Citric acid를 침지 시간별로 색깔을 측정한 결과는 표17과 같다. 표에서와 같이 5°C시 저장, 30분간 침지한 시료의 효과가 가장 좋게 나타났다.

표17. 절단 감자의 갈변 방지제 침지 시간별 색깔(20°C)

group	1hr			24hr			48hr			72hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	63.62 ±1.78 ^c	-3.58 ±0.72 ^a	26.60 ±1.34 ^a	50.19 ±4.13 ^b	-1.87 ±0.59 ^a	17.64 ±1.80 ^b	47.69 ±1.68 ^b	-1.26 ±0.38 ^a	16.57 ±0.78 ^b	46.93± 2.42 ^c	+0.36 ±0.39 ^a	18.18 ±0.88 ^c
20min	71.35 ±2.21 ^{ab}	-7.97 ±0.36 ^b	23.60 ±1.13 ^c	64.46 ±2.39 ^a	-5.30 ±0.47 ^c	22.76 ±0.91 ^a	60.12 ±1.86 ^a	-2.98 ±0.67 ^b	21.95 ±0.97 ^a	61.72± 0.95a	-3.61 ±0.47 ^c	24.35 ±1.73 ^a
30min	72.71 ±1.66 ^a	-7.76 ±0.22 ^b	25.24 ±1.27 ^b	66.70 ±0.44 ^a	-5.26 ±0.32 ^c	22.99 ±0.84 ^a	61.76 ±1.40 ^a	-3.42 ±0.17 ^b	22.09 ±0.24 ^a	58.38± 2.35 ^b	-2.82 ±0.34 ^b	22.47 ±1.42 ^b
40min	69.48 ±0.76 ^b	-7.76 ±0.14 ^b	23.41 ±0.45 ^c	63.68 ±0.91 ^a	-4.64 ±0.45 ^b	22.71 ±0.78 ^a	60.71 ±1.70 ^a	-3.37 ±0.48 ^b	22.59 ±1.07 ^a	59.55± 3.01 ^{ab}	-3.15 ±0.75 ^{bc}	22.72 ±0.56 ^b

3. 저장중 생리 및 미생물학적 특성 조사

절단 감자를 0.4% citric acid에 30분간 침지 한 후 0.06mm LDPE 포장지에 포장하여 5°C에 저장하면서 중량 감소율을 측정한 결과는 표18과 같다. 표에서와 같이 갈변방지제 처리와 무처리 한 것에서는 큰 차이가 나지 않았으며 포장방법, 즉 MAP 포장보다는 Stretch 포장한 것이 중량감소가 더 큼을 알 수 있었다. 감자 슬라이스는 74시간 저장 후 MAP가 0.38, Stretch 포장은 0.53% 이었고, 다이스는 0.34, 1.18, 채는 0.99, 1.28%로 절단방법은 채형태가 중량 감소가 높음을 알 수 있었다.

표 18. 절단 감자의 포장방법별 중량감소

Treatment		Storage time(hr)				
		2	26	50	74	
Slice	0.4%citric acid	MAP package	0.08	0.13	0.18	0.38
		Stretch package	0.45	0.47	0.53	0.53
	control	MAP package	0.04	0.15	0.12	0.22
		Stretch package	0.32	0.49	0.50	0.55
dice	0.4%citric acid	MAP package	0.08	0.16	0.23	0.34
		Stretch package	0.49	0.67	0.69	1.18
	control	MAP package	0.04	0.27	0.38	0.99
		Stretch package	0.37	0.68	1.45	1.28
Stripe	0.4%citric acid	MAP package	0.08	0.28	0.62	0.99
		Stretch package	1.49	2.43	3.66	4.31
	control	MAP package	0.12	0.18	0.38	0.49
		Stretch package	0.63	0.58	0.71	1.11
hand dice	0.4%citric acid	MAP package	0.12	0.18	0.10	0.25
		Stretch package	0.43	0.39	0.39	0.39
	control	MAP package	0.06	0.06	0.17	0.22
		Stretch package	0.19	0.36	0.51	0.77

표 19. 절단 감자의 저장중 총균수(cfu/g)

Treatment		Storage time(hr)				
		0	2	26	50	74
MAP package	0.4% citric acid	4.7×10^5	5.4×10^5	2.0×10^4	5.4×10^5	6.1×10^5
	control	4.7×10^5	7.6×10^4	1.7×10^5	8.0×10^4	6.2×10^4
Stretch package	0.4% citric acid	4.7×10^5	1.3×10^5	1.4×10^5	1.0×10^6	2.6×10^7
	control	4.7×10^5	2.1×10^5	1.6×10^5	1.1×10^5	1.1×10^7

저장중 절단 감자의 총균수는 표19와 같이 MAP와 Strech 포장에서 74시간 후 6.1×10^5 , 2.6×10^7 으로 MAP 포장이 총균수가 적음을 알 수 있었다. 저장중 절단 감자의 호흡속도를 측정한 결과는 표20과 같다.

표20-1. 절단 감자의 저장중 O₂ 호흡량

Treatments	Storage time(hr)					
	2	26	50	74	98	
Slice	0.4%citric acid	21.28	3.24	1.50	·	·
	control	19.00	3.79	1.94	·	·
Dice	0.4%citric acid	16.46	2.15	·	·	1.91
	control	15.02	5.50	·	·	2.37
Stripe	0.4%citric acid	19.19	3.28	1.73	1.59	·
	control	19.38	3.33	1.78	1.61	·
Dice hand	0.4%citric acid	39.47	7.95	4.42	4.46	·
	control	19.86	8.81	5.96	5.97	·

Table 20-2. 감자의 형태별 CO₂소비량

Treatments	Storage time(hr)					
	2	26	50	74	98	
Slice	0.4%citric acid	1.93	13.63	17.90	18.05	·
	control	2.20	10.82	14.32	·	·
Dice	0.4%citric acid	4.54	15.37	·	·	22.51
	control	4.04	12.76	·	·	22.84
Stripe	0.4%citric acid	2.64	13.31	17.97	18.91	·
	control	1.95	10.93	15.10	15.52	·
Dice hand	0.4%citric acid	1.82	9.10	15.38	18.85	·
	control	1.02	8.15	13.63	15.24	·

Table 20-3. 감자의 형태별 CO₂호흡률

Treatments	Storage time(hr)					
	2	26	50	74	98	
Slice	0.4%citric acid	48.66	361.78	473.98	·	·
	control	57.39	284.69	364.64	·	·
Dice	0.4%citric acid	94.91	269.72	·	·	489.84
	control	86.58	328.89	·	·	493.69
Stripe	0.4%citric acid	69.14	355.44	483.38	518.67	·
	control	51.35	287.45	386.42	419.41	·
Dice hand	0.4%citric acid	26.37	252.27	382.42	418.26	·
	control	28.11	212.84	332.74	388.67	·

Table 20-4. 감자의 형태별 호흡속도

Treatments	호흡속도	
	0.4%citric acid	control
slice	8.86	6.40
dice	8.22	8.48
stripe	6.15	5.01
dice hand	5.44	5.00

표20-4에서와 같이 절단 감자의 호흡속도는 슬라이스가 8.86으로 가장 빠르고, 다이 스, 채 순서였으며 손으로 박피한 것은 5.44로 기계박피한 것보다는 적었다.

저장중 절단감자의 경도를 텍스처메타로 측정한 결과는 표 21과 같이 74시간 경과 후 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다.

표 21. 절단 감자의 저장중 경도 변화

Treatments	Storage time(hr)						
	0	2	26	50	74		
Slice	MAP package	0.4%Citric	12254.79±8042.95	10583.84±7710.20	12485.35±7832.64	12634.17±7784.36	13831.49±7957.64
		Control	12254.79±8042.95	10557.75±7110.98	14204.89±7197.51	9207.63±6887.75	7911.89±6196.10
	Stretch package	0.4%Citric	12254.79±8042.95	8903.44±6369.56	21073.99±28561.17	11197.57±6151.74	11025.27±7288.19
		Control	12254.79±8042.95	8858.20±5872.81	16612.07±20947.80	9943.36±7280.76	14423.02±6534.30
Dice	MAP package	0.4%Citric	691.93±103.12	655.85±108.10	65716±140.83	645.99±104.29	576.62±90.18
		Control	691.93±103.12	714.41±143.11	623.96±70.72	588.42±70.86	604.35±78.40
	Stretch package	0.4%Citric	691.93±103.12	603.68±88.23	617.45±68.78	564.38±61.39	584.04±73.34
		Control	691.93±103.12	671.05±122.04	637.22±111.54	567.60±101.97	614.95±106.10
Stripe	MAP package	0.4%Citric	13618.75±4197.9	14741.93±5238.16	14052.10±6081.40	12102.44±5893.85	11511.17±4246.48
		Control	13618.75±4197.9	12074.55±5311.13	10282.52±4631.48	10126.46±5859.04	10586.77±6726.20
	Stretch package	0.4%Citric	13618.75±4197.9	14846.59±5916.83	12851.55±4538.93	10300.97±5622.23	12015.56±6959.49
		Control	13618.75±4197.9	12134.07±3918.61	9089.30±4229.32	10379.29±63.7933	7030.51±4915.49
hand dice	MAP package	0.4%Citric	670.70±70.93	695.43±123.83	649.60±91.95	724.21±103.54	713.20±98.17
		Control	670.70±70.93	678.53±97.19	683.52±75.63	650.86±114.42	687.14±95.32
	Stretch package	0.4%Citric	670.70±70.93	735.42±104.14	722.45±110.32	720.66±81.58	698.71±81.21
		Control	670.70±70.93	645.08±91.32	755.91±107.98	670.68±72.20	643.86±56.54

포장재에 따른 저장중 절단 감자의 색깔은 표22와 같다. 표에서와 같이 MAP package 방법을 사용하였을 때 가 Stretch package 보다는 갈변이 방지 되었다.

Table 22-1. 절단 감자의 포장방법별 저장중 색깔

Treatment	0hr			2hr			26hr			50hr			74hr			
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
control	wrap package	67.48 ±1.26	-4.49 ±0.11	19.65 ±1.01	65.05 ±3.71 ^b	-2.15 ±1.21 ^a	19.25 ±1.69 ^b	61.95 ±3.36 ^b	-1.27 ±0.95 ^b	16.56 ±2.31 ^b	59.91 ±3.32 ^{bc}	0.79 ±1.50 ^a	15.50 ±1.00 ^b	58.22 ±4.72 ^c	-0.07 ±1.36 ^b	15.56 ±2.98
	Stretch package	67.48 ±1.26	-4.49 ±0.11	19.65 ±1.01	67.85 ±1.50 ^a	-1.82 ±0.27 ^a	22.95 ±1.22 ^a	56.40 ±5.34 ^c	0.40 ±1.52 ^a	15.60 ±1.09 ^b	57.71 ±4.11 ^c	2.02 ±1.32 ^a	15.33 ±1.82 ^b	59.47 ±2.30 ^{bc}	2.73 ±1.54 ^a	16.38 ±1.12
Slice	wrap package	67.48 ±1.26	-4.49 ±0.11	19.65 ±1.01	66.60 ±0.93 ^b	-4.40 ±0.38 ^b	18.72 ±0.77 ^b	64.86 ±0.60 ^{ab}	-4.24 ±0.57 ^c	16.39 ±1.61 ^b	65.74 ±0.68 ^a	-2.00 ±0.30 ^b	18.61 ±0.76 ^a	65.10 ±1.46 ^a	-1.21 ±0.71 ^b	18.17 ±0.95
	Stretch package	67.48 ±1.26	-4.49 ±0.11	19.65 ±1.01	70.15 ±0.70 ^a	-5.03 ±0.23 ^b	21.94 ±0.71 ^a	66.61 ±1.36 ^a	-1.82 ±0.61 ^b	19.80 ±1.40 ^a	62.99 ±1.69 ^{ab}	0.67 ±0.81 ^a	15.78 ±1.02 ^b	62.98 ±1.98 ^{ab}	0.44 ±1.49 ^b	17.40 ±1.91
control	wrap package	67.98 ±0.55	-5.77 ±0.92	24.47 ±0.84	61.95 ±0.99 ^b	-2.97 ±0.65 ^a	23.53 ±0.56	58.28 ±2.13 ^b	-3.41 ±0.93 ^b	20.17 ±1.36 ^b	58.69 ±1.72 ^{ab}	0.27 ±0.34 ^b	17.78 ±1.25 ^{ab}	58.49 ±1.37 ^a	-1.68 ±0.73 ^b	18.17 ±0.79 ^a
	Stretch package	67.98 ±0.55	-5.77 ±0.92	24.47 ±0.84	63.06 ±1.82 ^b	-2.98 ±0.65 ^a	22.86 ±2.03	56.20 ±1.97 ^b	-1.42 ±2.70 ^a	20.25 ±1.46 ^b	57.16 ±1.23 ^b	1.12 ±0.51 ^a	17.28 ±0.30 ^b	55.01 ±1.95 ^b	0.73 ±1.52 ^a	15.33 ±1.68 ^b
dice	wrap package	67.98 ±0.55	-5.77 ±0.92	24.47 ±0.84	66.41 ±0.68 ^a	-6.20 ±0.72 ^b	22.77 ±2.49	65.12 ±2.11 ^a	-5.13 ±0.55 ^b	22.09 ±1.43 ^a	58.97 ±0.97 ^{ab}	-1.11 ±0.39 ^b	17.28 ±0.38 ^b	58.65 ±1.14 ^a	-0.08 ±1.11 ^a	17.52 ±2.04 ^b
	Stretch package	67.98 ±0.55	-5.77 ±0.92	24.47 ±0.84	67.16 ±0.88 ^a	-5.53 ±0.42 ^b	22.12 ±0.93	62.66 ±0.83 ^a	-4.32 ±0.29 ^b	22.22 ±0.84 ^a	60.61 ±1.63 ^a	0.24 ±0.60 ^b	18.63 ±0.44 ^a	58.99 ±2.11 ^a	-0.69 ±0.59 ^b	18.68 ±2.31 ^a

Table 22-2. 절단 감자의 포장방법별 색깔 변화

Treatment	0hr			2hr			26hr			50hr			74hr			
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
control	wrap package	66.86 ±1.42	-3.72 ±0.55	18.82 ±0.99	62.93 ±0.59 ^c	-0.07 ±1.65 ^a	19.51 ±1.53 ^a	62.86 ±0.72 ^b	-1.23 ±0.53 ^b	17.82 ±1.29 ^b	59.38 ±1.60 ^b	0.45 ±0.61 ^a	16.14 ±1.00 ^b	59.91 ±1.67 ^b	0.76 ±0.87 ^a	18.01 ±1.13 ^b
	Stretch package	66.86 ±1.42	-3.72 ±0.55	18.82 ±0.99	64.90 ±1.46 ^{bc}	0.18 ±0.98 ^a	20.16 ±0.43 ^a	59.73 ±2.43 ^c	-0.41 ±0.31 ^a	17.95 ±0.72 ^b	58.16 ±0.99 ^b	0.64 ±0.39 ^a	16.46 ±0.57 ^b	56.09 ±1.86 ^c	1.61 ±0.69 ^a	16.64 ±1.26 ^c
stripe	wrap package	66.86 ±1.42	-3.72 ±0.55	18.82 ±0.99	65.50 ±2.52 ^b	-3.74 ±0.20 ^b	15.67 ±1.70 ^b	65.49 ±0.53 ^a	-1.84 ±0.57 ^b	19.25 ±0.47 ^a	64.63 ±2.01 ^a	-1.95 ±0.70 ^c	19.30 ±1.01 ^a	64.15 ±1.61 ^a	-0.70 ±0.45 ^b	19.50 ±0.90 ^a
	Stretch package	66.86 ±1.42	-3.72 ±0.55	18.82 ±0.99	68.67 ±0.59 ^a	-4.01 ±0.43 ^b	18.83 ±0.82 ^a	65.29 ±0.67 ^a	-1.50 ±0.62 ^b	19.25 ±0.52 ^a	63.62 ±0.63 ^a	-0.35 ±0.18 ^b	19.07 ±1.85 ^a	61.73 ±0.38 ^b	0.94 ±0.19 ^a	18.75 ±0.66 ^{ab}
control	wrap package	068.74 ±1.07	-4.68 ±0.12	20.37 ±0.24	66.69 ±1.40 ^b	-3.91 ±0.26 ^{ab}	18.79 ±0.32	66.35 ±1.57	-3.16 ±0.29 ^a	16.35 ±1.15 ^c	66.65 ±3.15 ^{ab}	-3.43 ±0.56 ^c	17.78 ±1.82	69.16 ±1.46 ^a	-3.27 ±0.55 ^b	19.97 ±1.37
	Stretch package	068.74 ±1.07	-4.68 ±0.12	20.37 ±0.24	66.57 ±13.70 ^b	-3.84 ±0.41 ^a	19.30 ±1.67	68.73 ±3.51	-3.97 ±1.08 ^a	19.05 ±1.29 ^b	65.88 ±1.11 ^{ab}	-1.27 ±0.82 ^a	17.26 ±0.94	65.90 ±0.46 ^b	-1.20 ±0.90 ^a	18.94 ±2.50
dice	wrap package	068.74 ±1.07	-4.68 ±0.12	20.37 ±0.24	69.20 ±0.68 ^a	-4.33 ±0.26 ^b	18.66 ±2.36	68.95 ±0.94	-4.26 ±0.19 ^b	20.98 ±1.15 ^a	67.28 ±1.58 ^a	-4.30 ±0.50 ^c	19.00 ±2.88	68.34 ±2.28 ^a	-3.91 ±0.17 ^b	20.49 ±1.46
	Stretch package	068.74 ±1.07	-4.68 ±0.12	20.37 ±0.24	69.07 ±1.14 ^a	-4.89 ±0.32 ^b	20.70 ±1.01	66.86 ±1.19	-3.96 ±0.25 ^b	18.16 ±1.23 ^b	64.26 ±1.52 ^a	-2.48 ±0.79 ^b	19.51 ±0.55	64.16 ±2.26 ^b	-0.79 ±0.85 ^a	20.90 ±1.40

4. 절단 야채류의 세정 처리시험

양파, 당근을 겉부위와 속부위 그리고 전체부위로 나누어 총균수를 측정 한 결과는 표23과 같이 양파의 전체부위는 2.9×10^4 , 당근은 2.3×10^4 이었다.

표23. 양파 및 당근의 총균수 측정

양파(CFU)		당근(CFU)	
겉부위	1.0×10^6	속부위	5.6×10^4
속부위	1.8×10^4		
전체부위	2.9×10^4	전체부위	2.3×10^4

세정제를 침지 농도별로 처리하여 색깔을 측정 한 결과는 표24와 같이 색깔은 세정제에 따라 큰 변화를 나타내지 않았다.

표24-1. 세정제별 양파(절단 형태:4절) 껍질 안쪽의 색깔(20℃)

group	0Day			2Day			4Day			6Day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	76.12	-0.35	1.66	74.69	-0.53	3.25±1	75.58	-3.93	3.42	74.52	-0.26	2.10
	±1.42	±0.17	±0.63	±2.42 ^{abc}	±0.41 ^{ab}	.08 ^a	±0.69 ^a	±0.34 ^d	±0.31 ^{ab}	±1.63	±0.15 ^a	±0.37 ^{abc}
Ag+	76.12	-0.35	1.66	74.19	-0.22	2.74	73.39	-0.79	4.05	75.10	-0.49	2.39
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.00 ^{abc}	±0.13 ^{ab}	±0.72 ^{ab}	±0.68 ^b	±0.36 ^c	±0.68 ^{ab}	±2.40	±0.29 ^{abc}	±1.00 ^{abc}
강산수	76.12	-0.35	1.66	74.42	-0.60	2.90	73.21	-0.67	3.45	74.97	-0.45	2.60
	±1.42	±0.17	±0.63	±0.89 ^{abc}	±0.68 ^b	±0.61 ^{ab}	±2.15 ^b	±0.29 ^{bc}	±1.06 ^{ab}	±1.52	±0.46 ^{ab}	±0.65 ^{ab}
Zap30	76.12	-0.35	1.66	74.16	-0.12	2.45	71.71	-0.74	4.01	75.00	-0.43	3.03
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.19 ^{abc}	±0.25 ^a	±0.61 ^b	±1.69 ^c	±0.48 ^c	±1.42 ^{ab}	±1.87	±0.74 ^{ab}	±1.59 ^a
Zap40	76.12	-0.35	1.66	72.77	-0.15	2.91	73.17	-0.18	4.19	75.19	-0.22	2.41
	±1.42	±0.17	±0.63	±2.55 ^c	±0.30 ^{ab}	±0.32 ^{ab}	±1.14 ^b	±0.14 ^a	±1.56 ^a	±1.90	±0.13 ^a	±0.82 ^{abc}
Zap50	76.12	-0.35	1.66	74.91	-0.27	2.76	73.31	-3.79	2.98	74.50	-0.70	2.06
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.33 ^{ab}	±0.35 ^{ab}	±0.86 ^{ab}	±1.16 ^b	±0.13 ^d	±0.21 ^b	±0.83	±0.19 ^{bc}	±0.53 ^{bc}
SH50	76.12	-0.35	1.66	74.64	-0.49	2.32	74.00	-0.38	3.36	74.21	-0.54	1.49
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.30 ^{abc}	±0.56 ^{ab}	±0.58 ^b	±1.23 ^b	±0.51 ^{ab}	±0.61 ^{ab}	±2.23	±0.20 ^{abc}	±0.26 ^c
SH100	76.12	-0.35	1.66	73.12	-0.33	2.19	69.88	-0.53	2.86	74.15	-0.47	1.82
	±1.42	±0.17	±0.63	±2.07 ^{bc}	±0.30 ^{ab}	±0.48 ^b	±1.49 ^d	±0.22 ^{bc}	±1.67 ^b	±2.09	±0.23 ^{abc}	±0.59 ^{bc}
SH150	76.12	-0.35	1.66	75.19	-0.49	2.17	73.09	-0.17	3.60	73.13	-0.86	2.68
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.57 ^a	±0.32 ^{ab}	±0.42 ^b	±0.96 ^b	±0.25 ^a	±0.45 ^{ab}	±1.93	±0.38 ^c	±0.97 ^{ab}

표24-2. 20℃ 세정제별 양파(절단 형태:4절) 껍질 밖부분의 색깔(20℃)

group	0Day			2Day			4Day			6Day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	75.2	-3.79	10.71	74.45	-3.09	11.67	75.65	-7.57	10.60	75.94	-2.75	8.28
	±1.06	±2.60	±4.89	±1.83 ^{ab}	±2.70	±4.16	±2.05 ^a	±2.13 ^d	±3.93 ^{ab}	±1.70 ^a	±0.93 ^a	±2.14
Ag ⁺	75.2	-3.79	10.71	74.55	-2.36	8.05	74.43	-3.32	9.79	73.73	-5.43	14.12
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.00 ^{ab}	±1.18	±2.29	±1.71 ^{ab}	±1.07 ^{ab}	±1.84 ^b	±4.90 ^{ab}	±3.22 ^{ab}	±5.92
강산수	75.2	-3.79	10.71	72.91	-4.33	12.05	74.45	-4.34	12.02	74.87	-3.14	8.90
	±1.06	±2.60	±4.89	±3.12 ^b	±3.44	±5.91	±3.87 ^{ab}	±2.88 ^{abc}	±5.11 ^{ab}	±2.22 ^{ab}	±2.27 ^{ab}	±4.11
Zap30	75.2	-3.79	10.71	74.70	-2.75	8.31	70.83	-5.88	15.61	72.71	-2.91	8.85
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.68 ^{ab}	±1.34	±2.15	±3.77 ^{bc}	±3.26 ^{bcd}	±6.16 ^a	±1.81 ^{ab}	±2.11 ^a	±4.15
Zap40	75.2	-3.79	10.71	73.61	-3.13	10.28	73.34	-3.05	11.45	75.28	-4.87	12.80
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.18 ^{ab}	±0.99	±1.89	±2.30 ^{abc}	±1.78 ^{ab}	±2.63 ^{ab}	±2.43 ^{ab}	±3.33 ^{ab}	±5.74
Zap50	75.2	-3.79	10.71	74.52	-3.38	9.96	71.54	-6.86	12.30	74.66	-3.85	12.04
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.72 ^{ab}	±3.07	±5.19	±3.12 ^{bcd}	±4.44 ^{cd}	±7.99 ^{ab}	±2.69 ^{ab}	±1.72 ^{ab}	±5.71
SH50	75.2	-3.79	10.71	74.71	-3.47	10.27	74.12	-2.45	8.70	73.43	-2.71	7.82
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.92 ^{ab}	±3.38	±5.74	±2.01 ^{ab}	±0.89 ^a	±1.90 ^b	±1.85 ^{ab}	±1.01 ^a	±2.34
SH100	75.2	-3.79	10.71	73.99	-3.67	9.86	69.90	-4.41	13.00	73.38	-3.56	10.07
	±1.06	±2.60	±4.89	±3.80 ^{ab}	±3.00	±5.50	±3.16 ^{cd}	±2.78 ^{abc}	±5.69 ^{ab}	±1.35 ^{ab}	±1.31 ^{ab}	±2.52
SH150	75.2	-3.79	10.71	76.35	-4.17	11.98	73.49	-2.83	9.54	71.79	-5.81	14.20
	±1.06	±2.60	±4.89	±1.60 ^a	±1.67	±3.43	±1.97 ^{abc}	±1.78 ^a	±3.31 ^b	±5.50 ^b	±4.48 ^b	±7.54

표24-3. 5℃양파(절단 형태:4절) 껍질 안쪽

group	0Day			6Day			12Day			18Day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	76.12	-0.35	1.66	73.86	-0.43	2.43	74.66	-0.60	3.31	74.89	-0.33	2.98
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.26 ^{ab}	±0.84	±1.08 ^{ab}	±2.32 ^a	±0.36 ^{ab}	±0.47	±1.53 ^b	±0.24 ^a	±0.38 ^b
Ag ⁻	76.12	-0.35	1.66	74.41	-0.22	2.25	73.58	-0.47	3.51	73.01	-0.39	3.71
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.74 ^a	±0.31	±0.68 ^b	±1.32 ^{ab}	±0.38 ^a	±0.77	±2.02 ^{bcd}	±0.41 ^a	±0.53 ^b
강산수	76.12	-0.35	1.66	73.80	-0.33	2.40	72.84	-0.41	3.86	71.26	-0.54	3.42
	±1.42	±0.17	±0.63	±2.39 ^{ab}	±0.51	±0.61 ^{ab}	±1.39 ^{ab}	±0.35 ^a	±1.31	±2.28 ^d	±0.74 ^a	±0.68 ^b
Zap30	76.12	-0.35	1.66	73.61	-0.44	2.68	73.53	-0.89	4.06	74.20	-0.47	2.17
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.41 ^{ab}	±0.74	±0.79 ^{ab}	±1.00 ^{ab}	±0.54 ^b	±1.29	±2.52 ^{bc}	±0.26 ^a	±0.34 ^b
Zap40	76.12	-0.35	1.66	73.13	-0.23	3.26	73.73	-0.34	3.82	76.88	-2.30	5.95
	±1.42	±0.17	±0.63	±2.27 ^{ab}	±0.49	±1.09 ^a	±2.23 ^{ab}	±0.39 ^a	±0.70	±1.54 ^a	±2.02 ^b	±3.76 ^a
Zap50	76.12	-0.35	1.66	73.11	-0.29	2.05	73.28	-4.44	3.20	73.62	-0.75	2.42
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.48 ^{ab}	±0.57	±0.60 ^b	±1.59 ^{ab}	±0.18 ^a	±0.87	±1.44 ^{bc}	±0.17 ^a	±0.26 ^b
SH50	76.12	-0.35	1.66	72.28	-0.08	1.93	72.05	-0.29	3.23	73.32	-1.07	3.27
	±1.42	±0.17	±0.63	±0.92 ^b	±0.12	±0.27 ^b	±1.28 ^b	±0.26 ^a	±0.31	±1.47 ^{bc}	±0.49 ^a	±0.71 ^b
SH100	76.12	-0.35	1.66	74.03	-0.38	2.62	73.43	-0.52	3.38	72.34	-1.02	3.32
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.57 ^{ab}	±0.51	±0.99 ^{ab}	±1.97 ^{ab}	±0.32 ^{ab}	±0.89	±2.03 ^{cd}	±0.30 ^a	±0.50 ^b
SH150	76.12	-0.35	1.66	73.63	-0.21	2.69	73.98	-0.37	3.55	74.82	-0.97	2.76
	±1.42	±0.17	±0.63	±1.61 ^{ab}	±0.51	±1.01 ^{ab}	±1.53 ^{ab}	±0.46 ^a	±0.33	±1.66 ^b	±0.26 ^a	±0.50 ^b

표24-4. 5℃양파(절단 형태:4절) 껍질 밖부분

group	0Day			6Day			12Day			18Day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	75.2	-3.79	10.71	74.77	-3.95	12.00	73.19	-6.04	15.82	71.56	-5.06	13.83
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.59	±2.03	±4.08	±6.62 ^{ab}	±4.95 ^b	±7.94	±5.63	±4.24 ^{ab}	±6.90 ^a
Ag+	75.2	-3.79	10.71	75.21	-3.57	10.59	72.95	-4.25	13.58	72.19	-4.98	14.55
	±1.06	±2.60	±4.89	±1.53	±2.81	±5.98	±2.56 ^{ab}	±3.38 ^{ab}	±6.84	±5.33	±4.35 ^{ab}	±8.27 ^a
강산수	75.2	-3.79	10.71	74.16	-3.33	10.25	73.63	-4.18	14.04	73.43	-4.81	13.84
	±1.06	±2.60	±4.89	±3.94	±2.20	±4.44	±1.64 ^{ab}	±1.31 ^{ab}	±3.16	±4.28	±3.96 ^{ab}	±6.94 ^a
Zap30	75.2	-3.79	10.71	72.45	-3.55	11.01	73.03	-4.80	13.88	73.72	-1.40	4.63
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.61	±2.98	±4.72	±3.71 ^{ab}	±2.78 ^{ab}	±5.32	±1.30	±0.58 ^a	±2.57 ^b
Zap40	75.2	-3.79	10.71	73.34	-3.85	12.48	75.25	-2.86	10.43	73.99	-5.30	14.37
	±1.06	±2.60	±4.89	±3.26	±2.72	±5.11	±1.63 ^a	±1.77 ^a	±2.95	±4.74	±3.55 ^{ab}	±6.29 ^a
Zap50	75.2	-3.79	10.71	73.45	-4.37	11.57	73.96	-4.04	12.03	72.13	-5.77	14.79
	±1.06	±2.60	±4.89	±3.60	±4.37	±6.99	±2.40 ^{ab}	±2.00 ^{ab}	±3.94	±4.49	±4.56 ^b	±8.29 ^a
SH50	75.2	-3.79	10.71	73.49	-3.81	11.17	71.12	-3.27	11.05	70.49	-6.57	16.69
	±1.06	±2.60	±4.89	±3.08	±1.70	±4.46	±2.28 ^b	±2.33 ^{ab}	±4.15	±2.42	±2.89 ^b	±5.33 ^a
SH100	75.2	-3.79	10.71	73.84	-3.77	11.15	73.91	-3.4	10.76	70.98	-5.51	15.06
	±1.06	±2.60	±4.89	±1.90	±1.44	±2.65	±2.98 ^{ab}	±1.672 ^{ab}	±3.13	±5.25	±4.35 ^{ab}	±8.60 ^a
SH150	75.2	-3.79	10.71	74.43	-2.53	8.76	73.64	-2.79	10.42	74.6	-3.43	9.72
	±1.06	±2.60	±4.89	±2.50	±2.81	±5.21	±2.62 ^{ab}	±0.99 ^a	±1.92	±2.34	±1.69 ^{ab}	±3.54 ^{ab}

표24-5. 20℃당근(절단 형태:Stripe)

group	0Day			2Day			4Day			6Day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	58.86	29.56	49.93	57.38	28.14	44.76	55.77	27.68	43.24	54.34	29.90	47.89
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.69	±1.72 ^{ab}	±2.27	±1.09 ^{bc}	±2.72 ^b	±2.52	±0.74 ^{bc}	±0.99 ^{ab}	±1.41 ^a
Ag+	58.86	29.56	49.93	56.86	28.4	45.43	56.00	30.11	45.76	53.07	26.74	43.44
	±1.40	±1.85	±3.80	±2.50	±2.07 ^{ab}	±1.75	±1.18 ^{bc}	±1.96 ^a	±1.93	±1.32 ^f	±2.17 ^b	±2.62 ^{bc}
강산수	58.86	29.56	49.93	58.36	30.06	40.06	54.91	27.60	44.01	53.69	28.47	46.16
	±1.40	±1.85	±3.80	±0.49	±1.44 ^a	±14.16	±0.84 ^f	±1.04 ^b	±1.92	±0.78 ^{fe}	±1.65 ^{ab}	±1.27 ^{ab}
Zap30	58.86	29.56	49.93	58.36	26.90	44.11	56.28	28.26	44.37	54.81	29.52	47.26
	±1.40	±1.85	±3.80	±2.93	±2.88 ^b	±4.76	±2.06 ^{bc}	±1.74 ^{ab}	±2.64	±1.03 ^{abc}	±1.92 ^a	±3.69 ^{ab}
Zap40	58.86	29.56	49.93	57.27	26.42	44.03	57.25	28.20	41.67	54.94	33.57	48.08
	±1.40	±1.85	±3.80	±0.93	±3.45 ^b	±2.56	±1.20 ^{ab}	±1.66 ^{ab}	±9.31	±0.59 ^{cd}	±11.02 ^b	±1.33 ^a
Zap50	58.86	29.56	49.93	57.78	27.25	43.87	55.80	28.99	42.25	54.67	29.05	44.86
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.08	±2.64 ^b	±4.46	±1.32 ^{bc}	±1.30 ^{ab}	±11.11	±1.61 ^{cde}	±0.80 ^b	±1.90 ^{bc}
SH50	58.86	29.56	49.93	56.34	26.99	44.27	56.68	27.81	45.17	55.57	28.36	46.40
	±1.40	±1.85	±3.80	±2.00	±1.81 ^b	±2.50	±1.41 ^{ab}	±1.91 ^{ab}	±2.64	±0.80 ^{bc}	±1.12 ^b	±0.84 ^{ab}
SH100	58.86	29.56	49.93	56.81	26.90	43.32	58.02	25.05	41.81	56.90	28.23	41.54
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.69	±2.52 ^b	±4.46	±2.01 ^a	±3.02 ^c	±3.34	±1.40 ^a	±2.75 ^b	±3.46 ^d
SH150	58.86	29.56	49.93	57.56	26.36	43.24	56.51	24.92	40.73	56.42	29.49	46.85
	±1.40	±1.85	±3.80	±3.02	±2.70 ^b	±4.40	±2.07 ^{ab}	±2.99 ^a	±3.72	±1.14 ^{ab}	±1.05 ^{ab}	±1.99 ^{ab}

표24-6. 5℃ 당근(절단 형태:Stripe)

group	0Day			6Day			12Day			18Day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Control	58.86	29.56	49.93	57.18	27.90	46.09	56.48	28.07	45.39	56.71	28.27	45.22
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.09 ^{ab}	±1.29	±2.22 ^{ab}	±2.00 ^{ab}	±1.53 ^{ab}	±3.26 ^{abc}	±0.53 ^{ab}	±2.19 ^a	±2.75
Ag+	58.86	29.56	49.93	58.78	29.14	47.48	57.25	29.02	45.34	56.32	26.72	43.85
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.20 ^a	±1.43	±1.26 ^a	±1.22 ^{ab}	±1.47 ^a	±2.33 ^{bc}	±1.36 ^{ab}	±1.47 ^{ab}	±2.63
강산수	58.86	29.56	49.93	56.48	28.37	45.49	56.15	26.69	43.32	55.56	26.65	41.44
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.97 ^b	±1.48	±2.56 ^{ab}	±1.02 ^{ab}	±1.19 ^{ab}	±1.65 ^{abc}	±2.22 ^b	±4.06 ^{ab}	±8.31
Zap30	58.86	29.56	49.93	56.70	27.15	45.21	57.13	26.18	45.53	56.12	23.72	41.25
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.29 ^b	±1.52	±2.91 ^{abc}	±2.31 ^{ab}	±3.01 ^b	±3.02 ^{abc}	±2.43 ^{ab}	±2.19 ^c	±3.63
Zap40	58.86	29.56	49.93	56.81	27.26	44.13	57.73	28.29	47.00	56.19	27.29	43.97
	±1.40	±1.85	±3.80	±0.90 ^{ab}	±1.63	±2.77 ^{bc}	±1.38 ^a	±1.19 ^{ab}	±1.89 ^a	±1.62 ^{ab}	±2.29 ^{ab}	±3.75
Zap50	58.86	29.56	49.93	56.40	28.51	45.40	55.61	28.02	43.65	56.30	26.93	44.05
	±1.40	±1.85	±3.80	±2.91 ^b	±1.98	±2.91 ^{ab}	±3.05 ^b	±1.64 ^{ab}	±2.51 ^{bc}	±1.00 ^{ab}	±2.25 ^{ab}	±3.35
SH50	58.86	29.56	49.93	56.02	26.06	42.14	57.16	26.71	45.72	56.41	24.84	41.11
	±1.40	±1.85	±3.80	±2.35 ^b	±2.75	±2.28 ^c	±1.39 ^{ab}	±2.80 ^{ab}	±2.99 ^{abc}	±1.29 ^{ab}	±2.57 ^{bc}	±3.26
SH100	58.86	29.56	49.93	56.84	30.79	44.27	57.10	27.76	45.96	57.03	27.22	44.76
	±1.40	±1.85	±3.80	±2.17 ^{ab}	±12.88	±5.02 ^{bc}	±1.04 ^{ab}	±3.10 ^{ab}	±2.44 ^{ab}	±1.84 ^{ab}	±2.89 ^{ab}	±1.90
SH150	58.86	29.56	49.93	56.45	27.60	44.26	55.81	26.68	43.01	57.53	28.35	45.13
	±1.40	±1.85	±3.80	±1.83 ^b	±1.00	±1.64 ^{bc}	±1.59 ^{ab}	±1.28 ^{ab}	±2.34 ^c	±1.28 ^a	±2.67 ^a	±3.44

세정제를 침지 농도별로 처리하여 중량감소율을 측정한 결과는 표25와 같이 4절 양파를 20℃에서 저장할 때 무처리시 2일째 0.2%에서 6일째에 0.64% 감소하였으며 다른 세정제는 0.95 - 1.62% 감소하고 이중 SH 150이 0.65로 가장 적게 중량 감소율을 보였다.

표25-1 20℃ 양파(절단 형태:4절)

Solution	Storage time(day)		
	2일	4일	6일
Control(%)	0.2	0.45	0.64
Ag+(%)	0.35	0.62	1.02
강산수(%)	0.14	0.59	1.31
Zap 30(%)	0.34	1.02	1.54
Zap 40(%)	0.33	0.91	1.05
Zap 50(%)	0.42	0.57	0.95
SH 50(%)	0.24	0.63	1.56
SH 100(%)	1.04	1.32	1.62
SH 150(%)	0.21	0.59	0.65

양파를 5℃에서 저장할 때는 18일까지 0.23 - 1.71%로 상온에서 저장하는 것 보다는 훨씬 중량감소율이 적게 나타났다.

표25-2. 5℃양파(절단 형태:4절)

Solution	Storage time(day)		
	6	12	18
Control(%)	0.21	0.27	0.31
Ag+(%)	0.09	0.34	0.35
강산수(%)	0.07	0.06	0.03
Zap 30(%)	0.12	0.16	0.28
Zap 40(%)	0.09	0.25	0.37
Zap 50(%)	0.08	0.12	0.33
SH 50(%)	0.06	0.17	1.71
SH 100(%)	0.06	0.2	0.29
SH 150(%)	0.07	0.17	0.23

표25-3. 20℃당근(절단 형태:Stripe)

Solution	Storage time(day)		
	2	4	6
Control(%)	0.65	1.24	2.62
Ag+(%)	0.61	1.20	2.39
강산수(%)	0.62	1.02	3.92
Zap 30(%)	0.94	1.12	9.58
Zap 40(%)	0.64	1.14	4.63
Zap 50(%)	0.67	1.26	2.97
SH 50(%)	0.45	0.80	2.79
SH 100(%)	0.52	0.97	1.60
SH 150(%)	0.75	1.06	2.38

당근을 20℃에서 저장할 경우 1.60 - 9.58% 감소한 반면 5℃에서는 0.73 - 1.05%로 미미하게 감소함을 알 수있었으며 처리제별에는 큰 차이를 나타내지 않았다.

표25-4. 5℃당근(절단 형태:Stripe)

Solution	Storage time(day)		
	6	12	18
Control(%)	0.34	0.60	0.84
Ag+(%)	0.42	0.65	0.91
강산수(%)	0.55	0.72	0.87
Zap 30(%)	0.37	0.66	1.05
Zap 40(%)	0.29	0.59	0.78
Zap 50(%)	0.13	0.36	0.84
SH 50(%)	0.50	0.65	0.98
SH 100(%)	0.46	0.68	1.04
SH 150(%)	0.30	0.64	0.73

양파와 당근을 5℃는 18일간, 20℃는 6일간 저장하면서 결로정도, 색, 냄새, 조직감, 기호도를 관능적으로 조사한 결과는 표26과 같다. 양파 20℃ 저장구는 포장시 결로 현상이 보였으며 2일 저장시 각 처리군간 유의적 차이보이지 않으나 대체로 control, zap30, SH150 양호하였으며, 4일 저장시는 섭취 불가능하고 품질 급격히 떨어지며, 악취나고 진이 나왔고 6일 저장은 상품적 가치가 없었다. ZAP 처리군들은 약품 특유의 냄새가 나는 것이 문제였다.

표26-1. 저장중 양파의 관능검사(20℃, 절단 형태:4절)

Solution	결로 정도			색			냄새			조직감			기호도		
	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	6일
Control	3	3	6.25	7	2.7	2	6.5	1.9	3.75	7.5	6	4.5	7	3	4
Ag+	5	3	4.5	5	4.3	2.5	6.5	1.9	2	6.0	6.3	3.75	5	4.3	2.75
강산수	5	3	3	6	4	2	6.5	2.3	1.5	6.7	6.7	2	6	4.3	2.25
Zap30	3	2.3	3	7	4.7	1.5	5	2.2	1.6	7.5	5.7	2	7	3	1.75
Zap40	3	3	4.25	6	3.7	2.5	5	1.9	1.25	6.7	6	3.38	6	3.3	2.43
Zap50	5	3.3	4.75	5	4	3	5	2.2	2	6.0	6	4.25	5	3.3	2.75
SH50	4	4.3	3.25	6	5	1.25	6.5	2.9	0.98	6.8	7.3	2.25	6	4.5	0.98
SH100	3	3.3	4	5	2.7	1.75	6.5	1.9	0.63	6.7	5.7	1.75	5	3.3	1.25
SH150	3	4.3	4.5	7	5.3	2.25	6.5	4	2.5	8	7.3	2.25	7	4.7	2.25

당근 20℃ 저장구도 공히 결로 현상이 보였고 2일 저장시 각 처리군간 유의적 차이 보이지 않으나 대체로 control, SH100, SH150 양호하였으며 4일 저장시는 품질 급격히 떨어짐. 처리군중 외관상 SH150이 제일 높음

표26-2. 저장중 당근의 관능검사(20℃, 절단 형태:Stripe)

Solution n	0결로 정도			색			냄새			조직감			기호도		
	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	6일	2일	4일	6일
Control	5.25	3.33	0.83	8.25	7	2.67	7.75	4.67	0.17	8	5.67	0.17	8	5.33	0.2
Ag+	5.5	3	4	8	6.67	3.67	6.5	4.33	0.2	8	7	1.5	7.75	5.33	0.53
강산수	4.75	4.67	2.17	7.75	6.67	3.67	7.4	4.67	0.2	8	6	1	7.64	5.33	0.5
Zap30	5.5	4.33	1.33	8	6.67	2.67	5.75	3.67	0	8	6	0.17	7.4	4.67	0
Zap40	5.75	4.67	2.33	8	6.67	3	6	3	0	8	5.67	0	7.46	4	0
Zap50	6.75	4.33	2.17	8.25	7.17	3.33	6.25	5.33	0.03	8	6.67	1.67	7.75	5.67	0.17
SH50	5.25	4.67	2.83	8	7.17	4	7	6	0.17	8	7.33	1	7.5	6.67	0.17
SH100	5.25	4.67	4.33	8	6.83	5	7.5	6.33	1.67	8	6.67	4	7.98	6.67	1.67
SH150	5.5	4.67	2.33	8	7.17	4.67	7.75	7.17	0.67	8	7.5	1	8	7.5	0.33

양파 5℃저장에서는 20℃보다 결로현상이 많이 생기며 6-12일 저장시까지 각 처리군간 유의적 차이보이지 않으며 아주 양호하였다. 18일 저장까지는 대체로 양호하여 섭취 가능하고 각 처리군간 유의적 차이보이지 않았다.

표26-3. 저장중 양파의 관능검사(5℃, 절단 형태:4절)

Solution	결로 정도			색			냄새			조직감			기호도		
	6일	12일	18일	6일	12일	18일	6일	12일	18일	6일	12일	18일	6일	12일	18일
Control	5.25	6.13	6.67	7.5	7.75	6.17	8.25	7.25	7.33	7.75	8.13	6.83	8	7.38	6.5
Ag+	5.75	5.75	6.5	7.5	7.75	7.0	8.25	7	6.67	7	8.13	6.2	7	7.38	6.17
강산수	5.5	6.13	7.67	7.25	7.75	6.67	7.75	6.88	5.83	7.25	8.13	6.33	7.5	7.38	6.33
Zap30	5.5	6.25	7.5	7.25	7.75	6.33	7.5	6.88	5.33	7.75	8.13	6.17	7.5	7.38	6.17
Zap40	5.75	5.88	6.5	7.25	7.75	6.5	7.75	7.13	6.0	7.5	8.13	6.5	7.25	7.38	6.17
Zap50	5	5.75	7.17	7.75	7.63	7	8.25	7.13	6.67	8	8.13	6.67	8	7.38	6.37
SH50	4.75	4.63	6.5	7.5	7.75	6.67	7.5	7	6.17	7.5	8.13	6.0	7.5	7.5	6.5
SH100	5.25	5.88	6.5	7.75	7.5	7.17	8.25	6.63	5.67	8	8.13	6.23	8	7.63	6.0
SH150	5	6.13	6.0	7.5	7.5	7.33	8.5	7	5.67	8	8.13	7.67	7.75	7.5	7.0

당근 5℃ 6-12일 저장까지 각 처리군간 유의적 차이보이지 않으며 아주 양호하였고 18일 저장 까지 섭취 가능하였다.

표26-4. 저장 당근의 관능검사 (5℃, 절단 형태:Stripe)

Solution	결로 정도			색			냄새			조직감			기호도		
	6일	12일	18일	6일	12일	18일	6일	12일	18일	6일	12일	18일	6일	12일	18일
Control	5	4.25	4	6.67	7.0	7.0	7	6.0	6.0	7.33	7.5	7.67	7.17	6.75	6.33
Ag+	6	4.5	4.67	7	7.0	7.0	6.83	5.5	6.33	7.67	8.0	7.67	7.0	6.5	7.0
강산수	6.33	5.0	5.0	7.33	7.0	7.0	7.33	5.5	6.0	7.67	5.75	7.33	7.33	5.5	6.67
Zap30	6	3.5	3.83	7	7.0	7.0	7.33	4.75	5.67	7.67	8.0	7.67	7.0	6.5	6.67
Zap40	5.33	4.75	5.5	7	7.0	7.0	6.83	4.75	6.0	8	8.0	6.67	7.13	6.5	6.17
Zap50	6.33	4.25	4.67	7.33	7.0	7.0	7	4.0	6.67	7.67	7.5	7.33	6.83	6.05	6.83
SH50	6	3.5	5.33	7.67	7.0	7.0	7.67	5.0	6.33	7.67	8.0	7.67	7.0	6.25	6.83
SH100	6	4.0	5.33	7.33	7.0	7.0	7.67	5.5	6.0	8	7.5	8.0	7.33	6.25	6.83
SH150	6.67	4.75	5.17	7.33	7.0	7.0	7.33	5.5	5.67	8	8.5	7.33	7.67	6.75	6.5

살균처리제에 따른 양파, 당근의 총균수는 표27과 같이 20℃에서는 강산수, SH100, SH150이 대체로 적게 나타났고, 2일 이후부터는 식용 불가능 한 상태였다. 저온 저장에서는 각 구간 크게 유의적으로 차이는 나지 않았으나 SH100, SH150, 강산수 등이 다소 높으며 미생물 측정에서는 강산수가 가장 오염이 적게 나타났다.

표27-1. 저장 절단 양파의 총균수(20℃, 양파 4절) CFU/g

	Initial	침지직후	2일	4일	6일
control	9.95×10^3	1.13×10^4	4.45×10^5	3.8×10^5	7.8×10^5
Ag+	9.95×10^3	1.03×10^4	1.72×10^5	8.1×10^5	6.6×10^5
강산수	9.95×10^3	9.05×10^4	7.15×10^7	4.95×10^5	1.99×10^7
Zap30	9.95×10^3	3.5×10^4	2.16×10^5	6.15×10^5	6.25×10^5
Zap40	9.95×10^3	4.93×10^4	1.33×10^5	7.45×10^5	8.85×10^7
Zap50	9.95×10^3	1.12×10^4	1.41×10^5	7.55×10^5	6.36×10^5
SH50	9.95×10^3	1.7×10^4	2.14×10^5	7.5×10^7	5.66×10^5
SH100	9.95×10^3	9.45×10^5	1.06×10^7	7.0×10^5	1.0×10^7
SH150	9.95×10^3	8.2×10^5	5.57×10^7	4.83×10^7	1.25×10^7

표27-2. 저장중 절단 양파의 총균수(5℃, 양파 4절) CFU/g

	Initial	침지직후	6일	12일	18일
control	9.95×10^3	1.13×10^4	5.7×10^5	1.29×10^5	1.33×10^5
Ag+	9.95×10^3	1.03×10^4	7.13×10^5	2.28×10^5	1.47×10^5
강산수	9.95×10^3	9.05×10^4	1.23×10^5	6.97×10^5	1.95×10^5
Zap30	9.95×10^3	3.5×10^4	5.03×10^7	3.91×10^5	1.84×10^5
Zap40	9.95×10^3	4.93×10^4	1.0×10^7	2.08×10^{10}	2.0×10^5
Zap50	9.95×10^3	1.12×10^4	1.45×10^5	6.65×10^7	2.27×10^5
SH50	9.95×10^3	1.7×10^4	6.75×10^5	1.17×10^5	1.35×10^5
SH100	9.95×10^3	9.45×10^5	1.87×10^5	6.5×10^5	1.28×10^7
SH150	9.95×10^3	8.2×10^5	1.04×10^5	7.03×10^5	5.5×10^7

위의 결과에서 SH 150이 전반적으로 절단 야채에서 효과가 나타나 이 세정제의 처리방법에 따른 품질 특성을 조사한 것은 표28에 나타내었다. 즉, 세정제를 침지한 것, 분무한 것, 와류 시킨 것 그리고 와류와 분무를 동시에 한 것으로 나누어 처리하여 총균수를 조사하였다. 세정 시간은 1-3분 하는 것이 좋았으며 처리방법은 와류식과 분무식에 와류식을 같이한 처리구가 다른 처리구에 비하여 세정효과가 컸다. 처리 전 총균수는 6.55×10^3 인 것이 침지 후 침지 3분한 것이 4.93×10^2 이었고, 분무 3분은 1.34×10^3 , 와류 3분은 3.15×10^2 , 분무+와류 3분은 4.8×10^2 으로 세정효과가 현저하였으나 20℃에서 저장 후 2일째는 $m \times 10^7$ 으로 늘어나 상온저장은 효과 별로 없었다. 5℃에 저장한 것은 6일까지 침지 3분 2.4×10^4 , 분무 3분 1.5×10^5 , 와류 3분 1.01×10^4 , 분무+와류 3분은 1.6×10^5 으로 저온 저장에서는 1주일은 큰 변화를 나타내지 않았다.

표28. 세정 처리방법별 양파의 저장중 총균수 (절단 형태:4절)

20℃	Initial	침지 직후	2일	5일
침지 30초	6.55×10^3	1.33×10^4	1.57×10^7	9.95×10^7
침지 1분	6.55×10^3	2.44×10^3	3.4×10^7	6.1×10^7
침지 3분	6.55×10^3	4.93×10^2	6.4×10^7	4.09×10^7
분무 30초	6.55×10^3	5.18×10^3	3.0×10^7	2.17×10^7
분무 1분	6.55×10^3	3.25×10^2	5.1×10^7	9.5×10^6
분무 3분	6.55×10^3	1.34×10^3	3.5×10^7	3.88×10^7
와류 30초	6.55×10^3	2.45×10^2	1.01×10^7	3.24×10^7
와류 1분	6.55×10^3	2.7×10^2	1.14×10^6	1.75×10^7
와류 3분	6.55×10^3	3.15×10^2	2.51×10^7	2.17×10^7
분무+와류 30초	6.55×10^3	5.15×10^2	2.42×10^7	2.7×10^6
분무+와류 1분	6.55×10^3	1.37×10^3	2.77×10^7	1.49×10^7
분무+와류 3분	6.55×10^3	4.8×10^2	1.72×10^7	1.28×10^7

5℃	Initial	침지 직후	6일	10일
침지 30초	6.55×10^3	1.33×10^4	8.8×10^4	1.1×10^7
침지 1분	6.55×10^3	2.44×10^3	2.2×10^4	2.0×10^5
침지 3분	6.55×10^3	4.93×10^2	2.4×10^4	8.9×10^5
분무 30초	6.55×10^3	5.18×10^3	4.2×10^4	4.4×10^5
분무 1분	6.55×10^3	3.25×10^2	2.9×10^4	2.2×10^6
분무 3분	6.55×10^3	1.34×10^3	1.5×10^5	2.8×10^6
와류 30초	6.55×10^3	2.45×10^2	1.01×10^4	6.1×10^4
와류 1분	6.55×10^3	2.7×10^2	3.2×10^4	1.7×10^6
와류 3분	6.55×10^3	3.15×10^2	1.01×10^4	8.6×10^5
분무+와류 30초	6.55×10^3	5.15×10^2	3.0×10^3	2.2×10^5
분무+와류 1분	6.55×10^3	1.37×10^3	6.9×10^4	2.0×10^6
분무+와류 3분	6.55×10^3	4.8×10^2	1.6×10^5	1.4×10^6

SH 150을 처리방법에 따른 중량 감소율을 조사한 것은 표29에 나타내었으나 방법별로 중량 감소는 큰 차이를 보이지 않았고 상온 보다는 저온에서 감소 기간이 더 길었다.

표29. 세정방법별 절단 양파의 중량 감소율

20℃	Storage time(day)	
	2일	5일
침지 30초	99.78	99.24
침지 1분	99.81	99.31
침지 3분	99.73	99.35
분무 30초	99.73	99.01
분무 1분	99.91	99.34
분무 3분	99.76	98.98
와류 30초	99.8	99.16
와류 1분	99.8	99.26
와류 3분	99.79	97.34
분무+와류 30초	99.81	99.27
분무+와류 1분	99.81	99.34
분무+와류 3분	99.74	99.13

5℃	Storage time(day)	
	6일	10일
침지 30초	99.85	99.84
침지 1분	99.83	99.82
침지 3분	99.78	99.83
분무 30초	99.83	99.85
분무 1분	99.90	99.81
분무 3분	99.91	98.75
와류 30초	99.95	99.79
와류 1분	99.87	99.83
와류 3분	99.9	99.85
분무+와류 30초	99.78	99.84
분무+와류 1분	99.7	99.69
분무+와류 3분	99.6	99.72

SH 150 처리방법에 따른 저장중 색깔을 조사한 것은 표30에 나타내었으나 방법별로 색깔은 큰 차이를 보이지 않았고 상온 보다는 저온에서 색깔 변화가 적었다. 절단후 양파 껍질의 백색도는 75.2로 20℃에 5일간 저장시 무처리구는 70.4로 변화가 있었으나, 다른 처리구는 무처리구에 비하여 변화가 거의 없었으며, 양파 안쪽 부분도 비슷하였다. 이는 저온 저장에서도 비슷한 경향이였다.

표30. 세정제 처리방법별 양파의 저장중 색깔

20℃ 양파껍질	0day			2day			5day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Initial	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	71.72 ±1.72	-4.07 ±1.19	10.95 ±2.17	70.40 ±4.17	-3.01 ±0.56	7.26 ±1.51
와류30초	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	74.39 ±3.60	-3.60 ±1.61	- .85 ±2.81	73.25 ±2.45	-3.53 ±1.09	- .17 ±2.52
와류1분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	73.51 ±1.73	-3.72 ±1.00	10.49 ±2.75	74.67 ±2.04	-1.21 ±0.19	3.91 ±0.82
와류3분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	74.14 ±3.61	-2.86 ±0.33	8.11 ±0.73	73.38 ±3.15	-3.74 ±2.01	9.41 ±3.76
침지30초	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	72.24 ±2.21	-3.33 ±1.25	- .45 ±2.94	71.7 ±3.38	-3.26 ±0.99	10.29 ±3.60
침지1분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	73.73 ±3.76	-3.59 ±0.50	10.36 ±1.54	75.8 ±2.98	-3.84 ±1.00	11.24 ±2.14
침지3분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	73.19 ±5.48	-3.25 ±0.81	- .45 ±2.21	74.71 ±2.63	-2.98 ±0.65	8.61 ±1.62
분무+와류30초	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	73.43 ±2.21	-4.63 ±1.20	13.56 ±3.11	73.02	-5.72	15.51
분무+와류1분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	72.48 ±1.28	-3.00 ±0.84	8.16 ±1.97	73.69 ±2.62	-3.38 ±0.57	9.01 ±1.82
분무+와류3분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	73.52 ±3.78	-4.62 ±1.20	10.18 ±2.37	72.99 ±5.24	-3.79 ±1.67	9.81 ±3.28
분무30초	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	73.83 ±1.73	-3.81 ±0.86	10.34 ±1.74	73.82 ±2.00	-2.93 ±1.14	8.81 ±1.78
분무1분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	74.26 ±3.01	-4.38 ±1.78	11.46 ±3.50	72.52 ±3.80	-3.51 ±0.41	10.24 ±1.77
분무3분	75.2 ±1.06	-3.79 ±2.60	10.71 ±4.89	74.17 ±2.34	-2.55 ±0.57	7.50 ±1.33	72.33 ±3.53	-4.90 ±2.56	12.73 ±5.23

20℃ 양파안쪽	0day			2day			5day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Initial	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	74.38 ±1.61	-1.49 ±0.59	4.07 ±1.09	74.79 ±1.87	-1.48 ±0.26	3.39 ±0.85
와류30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.74 ±2.32	-1.01 ±0.22	3.34 ±0.97	77.51 ±2.43	-1.59 ±0.47	4.49 ±1.49
와류1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	75.08 ±1.38	-1.23 ±0.51	3.77 ±1.49	75.25 ±1.90	-1.21 ±0.19	3.92 ±0.82
와류3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.93 ±3.02	-1.02 ±0.18	3.58 ±0.64	76.94 ±1.21	-1.38 ±0.27	3.93 ±0.55
침지30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	74.37 ±0.77	-1.65 ±0.54	4.68 ±0.84	74.88 ±1.18	-1.18 ±0.13	3.95 ±0.33
침지1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.75 ±1.96	-1.15 ±0.26	3.99 ±1.09	75.70 ±2.17	-1.32 ±0.37	4.04 ±1.26
침지3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	74.66 ±2.45	-1.26 ±0.68	3.95 ±2.24	76.26 ±1.63	-1.35 ±0.35	3.93 ±0.73
분무+와류30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	77.86 ±1.26	-1.35 ±0.55	4.37 ±1.92	77.70 ±1.03	-1.09 ±0.07	3.67 ±0.59
분무+와류1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	75.56 ±2.31	-1.35 ±0.73	3.84 ±1.92	77.33 ±2.59	-1.38 ±0.36	3.63 ±1.14
분무+와류3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.16 ±1.21	-1.18 ±0.22	3.52 ±0.93	75.97 ±1.38	-1.45 ±0.25	3.82 ±0.70
분무30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.74 ±0.59	-0.94 ±0.16	2.90 ±0.56	76.07 ±1.52	-1.26 ±0.14	3.52 ±0.53
분무1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	75.36 ±2.55	-1.41 ±0.46	3.80 ±0.92	76.18 ±1.93	-1.38 ±0.25	4.16 ±1.32
분무3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.28 ±1.63	-1.00 ±0.20	3.61 ±0.76	75.20 ±1.68	-1.73 ±0.63	4.21 ±1.71

5°C 양파안쪽	0day			6day			10day		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
Initial	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	75.49 ±2.58	-1.34 ±0.13	3.15 ±0.34	75.55 ±1.81	-1.53 ±0.35	4.38 ±0.59
와류30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.9 ±2.56	-1.43 ±0.60	3.30 ±1.37	75.96 ±1.06	-1.81 ±0.47	4.67 ±0.78
와류1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	78.49 ±3.07	-1.35 ±0.30	3.24 ±0.97	76.21 ±3.92	-1.70 ±1.26	4.20 ±1.81
와류3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	75.85 ±1.80	-1.52 ±0.72	3.68 ±1.47	75.76 ±2.79	-1.44 ±0.21	4.10 ±0.69
침지30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	77.76 ±2.27	-1.42 ±0.79	3.47 ±1.79	75.93 ±2.25	-1.72 ±0.41	4.56 ±0.98
침지1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	80.31 ±0.90	-1.19 ±0.39	2.94 ±0.87	76.75 ±2.23	-1.50 ±0.36	4.33 ±0.95
침지3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	78.18 ±2.02	-2.29 ±1.80	4.76 ±3.18	76.25 ±3.55	-1.27 ±0.24	3.79 ±0.94
분무+와류30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.38 ±1.96	-1.19 ±0.22	3.10 ±0.81	76.66 ±2.19	-1.82 ±0.86	4.72 ±1.85
분무+와류1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.32 ±1.90	-1.23 ±0.21	3.25 ±0.85	75.64 ±2.20	-2.0 ±0.46	4.57 ±1.58
분무+와류3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	75.97 ±2.47	-1.35 ±0.21	3.48 ±0.81	74.85 ±1.65	-2.34 ±2.27	5.76 ±4.24
분무30초	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	76.75 ±1.51	-1.27 ±0.36	3.21 ±1.15	75.81 ±2.38	-1.30 ±0.22	3.69 ±0.76
분무1분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	77.99 ±1.26	-1.81 ±0.60	4.03 ±1.30	75.22 ±3.55	-1.79 ±0.78	4.54 ±1.34
분무3분	76.12 ±1.42	-0.35 ±0.17	1.66 ±0.63	77.33 ±1.83	-1.39 ±0.50	3.81 ±1.16	76.91 ±2.14	-1.39 ±0.15	4.15 ±0.55

세정방법에 따른 절단 양파를 관능검사한 결과는 표31에 나타내었다. 표에서와 같이 분무식, 와류식, 혼합식이 침지식 방법보다 좋게 나타났고 미생물 검사에서는 와류식이 오염이 다소 적게 된 것으로 조사되었다. 분무식은 물이 분무되는 면밖에 세정이 안되기 때문에 사료되고 혼합식은 거의 비슷하게 나타났으나 같은 기계사용이 아니어서 시간이 다소 많이 걸려 불편할 것으로 보인다. 세정실험에서 세정 효과가 있다고 간주되는 Sodium hypochloride solution 대신 물의 전기분해에 의해 생성되는 물에 무해한 전해산화수(산화수와 환원수)를 이용해 살균력은 좋으나 관능검사에서 뛰어난 결과를 얻지 못하였는데 이는 열채류에는 강산수가 효과 있게 나타났으나 근채류에는 pH가 너무 강해 효과가 역으로 떨어지지 않았나 사료된다. 따라서 pH별 살균력과 와류식을 이용해 구근류에 적절한 산화환원수의 pH를 조절하여 선정하였다.

표31. 세정처리 방법별 양파의 관능검사

(1) 20℃ 2일 저장

	침지식			분무식			분무식+와류식			와류식			initi al
	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	
결로 현상	7.67	7	6.67	6.33	6	6.33	5.5	7.67	6.5	6.33	6.33	7.33	6
색의 변화	7.67	8.33	8.17	8	8.33	6.83	8	8	7.67	6.67	8.33	7.83	8.33
냄새	7.33	8.67	7.33	7.33	8.67	7.33	7.33	8	7.67	7.67	8.67	7.33	7.33
조직감	8.33	8.83	8.5	8	8.33	8	8	7.67	7.67	8	8.33	7.67	8.33
종합적 기호도	7.63	7.73	7.43	7.57	7.33	7.5	7	7.5	7.2	8	7.17	7.07	7.5

(2) 20℃ 5일 저장

	침지식			분무식			분무식+와류식			와류식			initi al
	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	
결로 현상	4.5	5	3.5	3.5	4.5	4.5	3	3.5	3	3	2.5	3	4
색의 변화	6	6	6	6	6	5.5	6	6	6	6	6	5.5	6
냄새	2	2	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
조직감	5.5	6	5.5	6	5.5	5	6	5	6	5	4.5	5	5.5
종합적 기호도	3	4	2	2.5	3	1.5	1.5	1	1.5	1	0.5	1	1.5

(3) 5℃ 6일 저장

	침지식			분무식			분무식+와류식			와류식			initi al
	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	
결로 현상	5	6.38	5	4.75	5.88	5.5	5	5.88	5.5	5.25	5.13	5.75	6
색의 변화	6.88	7	7.38	7.13	7.63	6.38	7.13	6.63	6.5	7	7.25	7.13	7
냄새	7	7	6.63	7.63	7	7.13	7.5	7.75	7.75	7.38	7.5	7.38	7
조직감	8.25	8.75	8.5	8.38	8.88	8.88	8.38	8.63	8.63	8.25	8	8.25	8
종합적 기호도	6.75	7	7.25	7.2	7.5	7.25	7.13	7.25	7	7.38	7.25	7.08	7.2

(4) 5℃ 10일 저장

	침지식			분무식			분무식+와류식			와류식			initi
	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	30초	1분	3분	al
결로 현상	4.67	5.83	5.67	4.83	4.83	4.83	4.83	4.5	4.83	4.17	4.83	4.83	5.67
색의 변화	8	7.33	8	7.67	8	8	7.67	7.67	7	7.67	8	7.67	7.33
냄새	6.67	7	7.17	7.5	7.17	7.33	7.17	7.17	7.17	7.33	7	7.33	6.67
조직감	6.83	7.17	7.5	7.33	8	8	8	8	8	7.67	7.33	7.33	7.67
종합적 기호도	6.67	7	7.33	7.5	7.17	7.5	7	7	7.17	7	7.33	7	6.67

제4절 참고문헌

- 1) Day, B.P.F. and Gorris, L.G.M. (1993) 'Modified atmosphere packaging of fresh produce on the west-European market' in ZFL-Int.Z.Lebensm-Tech., Mark, Verpack, Anal.44(1/2), 32-37
- 2) Garret, E. (1994) 'Challenges and opportunities in marketing fresh-cut produce' in Modified atmosphere food packaging professionals, Herndon, VA, USA
- 3) Wiley, R.C. (1994) Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, Chapman & Hall
- 4) Ahvenainen, R. and Hurme, E. (1994) 'Minimal processing of vegetables' in Minimal processing of foods (VTT symposium series no.142) (Ahvenainen, R., Mattila-Sandholm, T. and Ohlsson, T., eds), pp.17-35, Technical Research Centre of Finland (VTT), Espoo, Finland
- 5) Varoquaux, P. and Wiley, R. (1994) 'Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables' in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables (Wiley, R.C., ed), pp 226-268, Chapman & Hall
- 6) Kabir, H. (1994) 'Fresh-cut vegetables' in Modified Atmosphere Food Packaging (Brody, A.L., ed), pp 155-160, Institute of packaging professionals, Herndon, VA, USA
- 7) Mattila, M. Ahvenainen, R., Hurme, E. and Hyvonen, L. (1995) 'Respiration rates of some minimally processed vegetables' in Proceedings of Workshop on Systems and Operations for Post-harvest Quality (De Baerdemaeker, I. et al., eds), pp. 135-145, COST 94 'Post-harvest treatment of fruit and vegetables' Commission of the European Community, Brussels, Belgium
- 8) Powrie, W.D. and Skura, B.J. (1991) 'Modified atmosphere packaging of food' (Ooraikul, B. and Stiles, M.E., eds), pp 169-245, Ellis Horwood
- 9) Garg, N., Churey, J.J. and Splittstoesser, D.F. (1990) 'Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables' in J. Food Protect. 53, 701-703
- 10) Willcox, F., Hendrickx, M. and Tobback, P. (1994) 'The influence of temperature and gas composition on the evolution of microbial and visual quality of minimal processing of foods and process optimization: An interface' (Singh, R.P. and Oliveira, F.A.R., eds), pp. 475-492,

CRC Press

- 11) Marchetti, R., Casadei, M.A. and Guerzoni, M.E. (1992) 'Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads' in *Ital. J. Food Sci.* no.2, 97-108
- 12) Brackette, R.E. (1994) 'Microbiological spoilage and pathogens' in *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables* (Wiley, R.C., ed), pp 269-312, Chapman & Hall
- 13) Torriani, S. and Massa, S., (1994) 'Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots in Lebensm, Wiss, Technol. 27, 487-490
- 14) Riquelme, F., Pretel, M.T., Martinez, G., Serrano, M. Amoros A. and Romojaro, F. (1994) 'Packaging of fruits and vegetables: Recent results' in *Food Packaging and Preservation* (Mathlouthi, M., ed.), pp. 141-158, Blackie
- 15) Ahvenainen, R., Hurme, E., Kinnunen, A., Luoma, T. and Skytta, E. 'Factors affecting the quality retention of Minimally processed carrots' in proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST 94 'Post-harvest Treatment of Fruit and Vegetables'. Current Status and Future Prospects, Commission of the European Community, Brussels, Belgium (in press)
- 16) Leistner, L. and Gorris, L.G.M. (1995) 'Food prevention by hurdle technology' in *Trends Food Sci. Technol.* 6, 41-46
- 17) O'Beirne, D. (1995) 'Influence of raw material and processing on quality of minimally processed vegetables in Progress Highlight C/95 of EU Contract AIRI-CT92-0125' Improvement of the Safety and Quality of Refrigerated Ready-to eat Foods using Novel Mild Preservation Techniques', Commission of the European Community, Brussels, Belgium
- 18) Ohta, H. Sugawara, W. (1987) 'Influence of processing and storage conditions on quality stability of shredded lettuce' in *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkai Shi* 34, 432-438
- 19) Sapers, G.M. and Miller, R.L. (1995) 'Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes' in *J. Food Sci.* 60, 762-766, 776
- 20) Lozano-de-Gonzales, P.G., Barrett, D.M. Wrolstad, R.E. and Durst, R.W. (1993) 'Enzymatic browning inhibited in fresh and dried apple rings by pineapple juice' in *J. Food Sci.* 58, 399-404
- 21) Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) 'Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables' in *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28(1),

1-30

- 22) Day, B.P.F.(1994) 'Modified Atmosphere Packaging and Active Packaging of Fruits and Vegetables' in Minimal Processing of Foods(VTT Symposium Series 142)(Ahvenainen, R.and Mattila-Sandholm, T. and Ohlsson, T., eds)
- 23) Exama, A., Arul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z. and Toupin, C.(1993) 'Suitability of plastic films for modified Atmosphere packaging of fruits and vegetables' in J.Food Sci. 58, 1365-1370
- 24) Gorris, L.G.M., de Witte, Y. and Bennik, M.I.H. (1994) Refrigerated storage under moderate vacuum' in ZFL Focus int. 45(6), 63-66
- 25) Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A.(1995) 'Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products 'in Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 35, 509-524

제 3 장 Cut 채소류 생산공정의 표준화 및 제조메뉴얼 확립

제1절 서 론

과실 및 채소류의 생리특성상 이를 절단(cutting), 박피(peeling) 후 가공 저장할 경우 조직 손상에 따른 연화(softening)와 절단면이 공기에 노출됨으로서 갈변(browning), 미생물의 감염 및 번식에 의해 선도유지기간이 짧아지는 문제점이 있다. 현재 정부의 산지가공사업 시설자금을 받아 운영되고 있는 생산자 단체의 소포장센터는 기술 개발 능력이 미흡하여 단순한 전처리 조리차원의 가공 수준을 벗어나지 못하고 있으며 가공방법, 포장방법 및 유통조건을 체계적으로 확립하지 못하여 반품 및 유통중 변패에 대한 대비책이 없으며, 특히 가공품목도 자사의 표준화된 기준이 마련되어 있지 않기 때문에 각 거래처의 요구에 따라 그때 그때 작업조건을 변경하기 때문에 생산성이 극히 저조한 실정이다.

산지에서 식재료의 전처리 가공은 단체급식 메뉴의 조리성, 기호성, 조리조작의 효율화, 영양성분의 변화, 위생 및 안전성이 고려되어야 하며, 일정 품질의 각종 식재료를 지속적으로 공급하기 위해서는 전처리 설비 및 시설조건, 작업조건 등 전처리조작의 표준화가 시급한 실정이라고 본다. 따라서 산지에서 농업경영인이 운영하고 있는 전처리가공사업의 활성화를 위해서는 대량조리용 각종 메뉴에 소요되는 당근, 오이, 무, 배추, 양파, 감자등의 산지 농산물에 대한 세정작업, 절단작업, 갈변방지, 폐기량 감소방안, 저장성 증진 방안 등 표준화된 전처리 가공방법의 확립이 절실하다.

이러한 전처리 및 소포장사업은 채소류를 먹을 수 있는 부분만을 선별하여 소비지역에 운송함으로써 도심의 생활 쓰레기 문제 해결에도 도움이 될 수 있으며 기본 처리후 유통되기 때문에 노동인력에 대한 비용도 절감할 수 있기 때문에 매우 유망한 사업으로 보며 산지에서 식자재의 전처리 작업은 식품자체의 고유한 신선도변화를 최소화하고, 소비자에게 전달되는 동안 충분한 저장수명(shelf-life)을 부여할 목적으로 실시되고 있으나 간단한 처리과정 (peeling, cutting, trimming, coring, slicing)을 거치므로 가공과정중 품질변화의 우려가 있어 적절한 포장과 저장을 통하여 생리적, 물리적 변패 반응을 억제시킴으로서 유통기간을 연장할 필요가 있다.

초중고등학교 학생을 대상으로 학교급식의 확대보급을 위한 방안으로 1일 1만식 규모의 대량급식센터의 설립이 농협이나 지자체를 중심으로 활발히 진행되고 있기 때문에 향후 농산물 전처리 사업은 산지농민 및 생산자 단체의 유망한 수익사업이 될 것으로 전망된다. 집단급식소에서의 대량조리는 계획된 메뉴를 일정한 조리조건, 즉 시간, 시설, 설비등의 제한된 조건에 따라 조리하고, 위생적으로 안전하며 맛있고 소비자가 만족할 수 있는 식사를 제공하는데 목적을 두기 때문에 높은 생산성과 철저한 품질관리가 요구되고 집단급식소에서 식자재의 조달은 제조원가에서 가장 높은 부분을 차지하며, 급식소마다 자체 조달에 의해 조리장내에서 자체적으로 전처리 공정을 거치므로 위생적으로 위해요소의 오염소지가 매우 높다. 산지의 농업경영인들이 백화점이나 집단급식소를 대상으로 산지에서 최소가공(Minimal processing)에 의한 소규모 포장센터를 설립하여 농산물 전처리 가공사업을 활발하게 전개하고 있으나 산지의 농산물 전처리 가공공장에서는 다종 다양한 메뉴의 특성에 적합한 식재료의 가공메뉴얼이 확립되어 있지 않고, 단순한 세정작업에 의한 절단 가공이 전부이기 때문에 전처리 가공사업의 한계성을 지니고 있다.

농작물 최소가공시 품질 변화에 영향을 주는 요인은 농작물을 peeling, grating 및 shredding을 할 때 농작물의 저장기간은 몇 주 혹은 몇 달에서 냉장온도에서도 단지 1~3일 정도로 단축된다. 이와 같이 최소가공된 농작물의 수명이 단축되는 이유는 생리적인 노화, 생화학적 변화 및 미생물에 의한 부패 등에 기인하는 것으로 색깔, 조직감, 향미 등의 변화를 초래하게 된다(5,6) 왜냐하면 peeling이나 grating 작업 중 세포의 조직이 파열되고 산화효소와 같은 세포내의 산화효소 등이 유리되어 나오기 때문이다.

제2절 실험 재료 및 방법

1. 재료

본 연구에서 사용된 감자(제주)는 1999년에 수확된 것을 사용하여 1차년도에 실험한 결과를 토대로 품질을 평가하였다.

2. 방법

가. 박피 및 절단 방법

감자와 같은 구근류는 구근류박피기(Potato and ROOT - CROFSPEELER, Tapy : FM - 20. R.P.M:200, Japan : 회전식 세척박피기)를 이용하여 3분씩 박피하였다.

절단은 절단기(HALLDE-MACHINE TYPE RG100)를 이용하여 slice(두께1cm, 0.4cm), dice(가로. 세로1cm, 2cm), stripe(두께0.5cm) 형태로 절단하였다.

○ 박피 방법 : · 수박피

- 300rpm - 2분 칼날 기계 박피(5-6개씩)
- 400rpm - 1분 칼날 기계 박피 "
- 500rpm - 1분 칼날 기계 박피 "
- 회전식 구근류 박피기 3분박피 "

박피된 감자는 0.4% citric acid용액에 30분간 침지하고, 탈수, 포장(0.03mm LDPE 합기 포장)후 저장 하였다.

나. 호흡속도

Coutme 등의 방법을 이용해 측정, 즉 특별히 제작한 아크릴 용기(내용적 cm^3)에 시료를 담고 일정시간 동안 포집된 탄산가스를 가스분석용 주사기를 이용하여 정확히 200 μl 를 취하여 가스크로마토그래프(Shimadzu GC-15A, Japan)를 이용 정량하였다.

다. 색도 측정 : 시료의 색도는 색차계(color and color difference meter, Model NO.CR-300.Minolta Co.: Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(Lightness), 붉은색 정도를 나타내는 a값(redness), 노란색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내어 변화된 값을 비교하였다.

라. 경도 측정 : 일정 시료는 Texture analyer(Model TX·TX2, Stable Micro Systems)를 이용하여 측정하였으며 이때 측정 조건은 Measure type:measure force in compression, plunger type:cylindrical type 5mm, speed:0.5mm/s로 compression force(kg/cm^2)를 측정하였다.

마. 환원당 측정 : 환원당은 Somogyi 법을 이용하였다.

바. 비타민C 정량 : 감자의 비타민C 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine비색법에 의해 측정된 다음 총비타민C의 함량으로 계산하였다.

사. 미생물 측정 : 시료 10g을 취해 90ml 1%peptone water와 함께 멸균된 Stomaker bag에 넣어Stomaker blender로 high 2분간 균질화 시켰다. 균질화 시킨 시료는 필요에 따라 적당히 희석하여 페트리 필름에 1ml 접종한후 32℃에서 24-48시간 배양시킨 후 균수를 측정. 이때 미생물 실험에 사용된 기구 및 용기는 모두 고압 멸균기로 멸균 또는 멸균된 제품을 사용하였다.

아. 세정실험 : 각 세정제에 30분간 실온 침지 한 후 진공탈수하여 포장하면서 저장중 변화를 측정하였다. 포장은 0.06mm MAP포장하였고, 저장온도는 5℃ 18일간, 20℃ 6일간으로 하였다. 세정제는 아래와 같다.

- Ag⁺ : 음용수용 음이온 항균제(12시간 침지)
- 강산수 : 산 전해질용액(pH 2.6이하, ORP(산화환원 전위) 1.100mV 이상) 용존 염소 10- 20ppm(신농5, 전해주식회사)
- Zap 30, 40, 50 : 자몽 추출 살균제 30, 40, 50배 희석
- SH 50, 100, 150 : Sodium hypochloride solution 50, 100, 150ppm

제3절 결과 및 고찰

1. 감자의 수확시기별 적정 처리방법 확립

저장감자와 햇감자의 수분함량은 86.39, 84.42%였고, 호흡속도는 5℃에서 공히 7.01을 나타내었다. 비타민 C함량은 저장감자가 8.18, 햇감자가 9.62였고, 환원당은 저장감자가 8.08, 햇감자가 6.31이었다. 1차년도에 절단 감자의 갈변방지를 위한 실험에서 0.4% citric acid를 30분 처리하여 5℃에 저장할 때 4일까지는 상품적 가치가 있었으나 손으로 박피한 것과 대량처리를 위하여 기계로 박피한 것은 2일 이상의 색깔 유지가 곤란 하였으므로 이를 해결하기 위하여 햇감자와, 저장감자를 구분하여 수작업과 연속작업을 비교하여 재 검토하였다. 먼저 햇감자와 저장감자의 갈변방지 효과를 높이기 위하여 브랜칭 효과를 조사한 결과는 표32와 같다. 브랜칭 처리 후 20℃와 5℃저장시 온도가 높을수록 시간이 길수록 효과가 떨어지는 경향을 보였고 20℃에서는 오히려 브랜칭하지 않은 대조구가 더 품질이 좋았고, 5℃ 저장시 1시간까지는 40℃ 5분 데침이 다소 나았으나 2시간 이후부터는 대조군 보다 못하였다. 관능적으로도 50℃, 60℃는 겉표면이 거의 익어 버려 채소로서의 상품적 가치가 떨어졌다. 저장감자와 햇감자의 색깔 변화도 결과는 비슷하여 브랜칭의 효과는 별로 없는 것으로 나타났다.

표32-1. 브랜칭 처리 시간에 따른 절단 감자의 색깔(햇감자)

햇감자 20℃	0hr			30min			1hr			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	67.38 ±0.76 ^a	-3.38 ±0.24 ^f	23.84 ±0.96 ^a	64.99 ±0.32 ^{ab}	-1.31 ±0.11 ^c	21.44 ±0.50 ^{bc}	62.28 ±1.18 ^a	0.85 ±0.26 ^{fg}	21.72 ±1.12 ^a
40℃ 5분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	65.39 ±2.02 ^{bcd}	-1.80 ±0.95 ^e	21.15 ±0.71 ^b	65.15 ±0.46 ^a	-0.44 ±0.86 ^c	24.24 ±0.79 ^a	60.93 ±1.75 ^a	0.05 ±0.94 ^g	21.94 ±1.40 ^b
10분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	65.20 ±0.91 ^{bcd}	-2.08 ±0.18 ^e	21.52 ±1.55 ^b	64.97 ±1.24 ^{ab}	-0.34 ±1.13 ^c	22.40 ±0.76 ^b	61.11 ±1.88 ^a	0.70 ±0.94 ^{fg}	22.12 ±0.33 ^b
20분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	66.52 ±1.16 ^{ab}	-1.66 ±0.77 ^e	20.70 ±0.39 ^b	63.99 ±0.64 ^{ab}	0.02 ±0.20 ^c	21.99 ±1.06 ^{bc}	60.94 ±0.36 ^a	1.59 ±0.71 ^{ef}	20.64 ±0.39 ^{bc}
30분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	65.90 ±0.17 ^{bc}	0.18 ±0.38 ^d	20.85 ±0.34 ^b	64.28 ±0.42 ^{ab}	2.68 ±0.42 ^{ab}	21.47 ±0.75 ^{bc}	61.51 ±1.73 ^a	2.48 ±0.95 ^{ab}	19.96 ±0.37 ^b
50℃ 5분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	63.84 ±0.21 ^{ef}	-1.75 ±0.25 ^e	21.46 ±0.44 ^b	63.55 ±0.16 ^{ab}	-1.29 ±0.26 ^c	21.05 ±0.14 ^f	58.05 ±1.93 ^a	1.43 ±0.59 ^{fg}	19.88 ±1.41 ^b
10분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	64.18 ±0.60 ^{def}	1.37 ±1.28 ^c	21.70 ±0.77 ^b	61.13 ±1.79 ^c	3.18 ±0.13 ^c	20.94 ±0.50 ^c	54.28 ±2.39 ^a	4.75 ±0.84 ^c	17.98 ±0.92 ^b
20분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	63.10 ±0.63 ^f	1.61 ±0.33 ^c	19.05 ±0.55 ^c	63.15 ±0.65 ^b	3.12 ±0.27 ^b	19.67 ±1.07 ^d	54.74 ±0.57 ^c	5.84 ±0.14 ^{bc}	17.62 ±0.81 ^b
30분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	64.75 ±0.68 ^{cde}	2.67 ±0.32 ^b	19.34 ±0.67 ^a	60.27 ±2.72 ^c	2.77 ±0.67 ^b	18.17 ±1.00 ^e	55.87 ±0.52 ^{bc}	7.24 ±0.01 ^a	17.19 ±0.79 ^b
60℃ 5분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	57.04 ±1.07 ^h	3.36 ±1.55 ^{ab}	16.58 ±0.29 ^e	51.70 ±2.12 ^e	4.99 ±0.69 ^a	14.55 ±0.70 ^f	49.18 ±4.44 ^d	6.67 ±0.69 ^{ab}	13.85 ±2.15 ^e
10분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	60.92 ±0.31 ^g	4.07 ±0.03 ^a	18.09 ±0.14 ^d	54.97 ±0.86 ^d	6.59 ±0.64 ^b	14.85 ±0.30 ^f	55.71 ±0.38 ^{bc}	3.34 ±0.01 ^d	15.31 ±0.27 ^d
20분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	55.69 ±0.23 ⁱ	3.30 ±0.01 ^{ab}	11.86 ±0.05 ^f	46.11 ±0.05 ^s	5.93 ±0.13 ^a	10.78 ±0.42 ^s	46.05 ±0.55 ^e	6.20 ±0.06 ^{ab}	10.70 ±0.22 ^f
30분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	50.97 ±0.50 ^j	2.77 ±0.42 ^b	8.70 ±0.33 ^s	47.85 ±0.06 ^t	5.87 ±0.00 ^a	10.96 ±0.20 ^s	42.40 ±0.17 ^f	7.29 ±0.16 ^a	9.73 ±0.13 ^f

햇감자	0hr			30min			1hr			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
5℃												
control	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	65.05 ±0.32 ^{bc}	-1.85 ±0.55 ^c	24.50 ±0.26 ^a	65.26 ±0.23 ^a	-1.81 ±0.17 ^f	21.28 ±0.22 ^d	62.63 ±1.56 ^a	-1.47 ±0.68 ^e	22.44 ±0.36 ^{ab}
40℃ 5분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	64.34 ±1.59 ^{dc}	-2.45 ±0.70 ^c	21.83 ±0.98 ^{bc}	64.23 ±0.40 ^{ab}	0.09 ±0.27 ^e	22.13 ±0.68 ^{bcd}	63.20 ±1.63 ^a	0.34 ±1.12 ^e	23.33 ±1.29 ^a
10분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	66.90 ±0.90 ^a	-2.29 ±1.03 ^c	22.94 ±0.45 ^{ab}	63.45 ±1.99 ^{bc}	-0.26 ±0.96 ^e	23.13 ±0.55 ^a	62.53 ±0.83 ^a	1.61 ±0.61 ^{de}	22.28 ±0.36 ^{ab}
20분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	66.05 ±1.81 ^{ab}	-1.05 ±1.17 ^c	20.47 ±1.41 ^{cd}	65.01 ±0.54 ^{ab}	0.45 ±0.26 ^e	22.37 ±0.18 ^{abc}	60.55 ±4.84 ^{ab}	3.73 ±4.83 ^{cd}	20.56 ±0.45 ^{cd}
30분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	65.58 ±0.90 ^{abc}	0.90 ±0.88 ^b	22.15 ±0.48 ^{bc}	65.27 ±0.05 ^a	1.75 ±0.87 ^d	22.60 ±0.39 ^{ab}	61.64 ±1.01 ^a	3.36 ±1.26 ^{cd}	21.41 ±0.37 ^{bc}
50℃ 5분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	65.05 ±0.32 ^{bc}	-1.85 ±0.55 ^c	24.50 ±0.26 ^a	61.27 ±0.28 ^d	-0.35 ±0.34 ^e	21.54 ±0.17 ^{cd}	62.75 ±1.03 ^a	0.10 ±1.50 ^e	22.65 ±0.56 ^{ab}
10분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	62.59 ±0.42 ^e	1.23 ±1.49 ^b	22.73 ±0.24 ^{ab}	61.86 ±1.41 ^{ab}	2.15 ±0.62 ^d	21.71 ±0.58 ^{bcd}	57.88 ±0.35 ^b	5.91 ±1.00 ^{bc}	21.49 ±0.34 ^{bc}
20분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	62.98 ±1.50 ^{de}	1.54 ±1.01 ^b	21.12 ±2.78 ^{bc}	61.98 ±1.42 ^{dc}	5.10 ±2.09 ^{ab}	19.43 ±1.41 ^e	57.56 ±1.91 ^b	6.02 ±3.01 ^{bc}	20.53 ±0.74 ^{cd}
30분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	62.73 ±1.08 ^e	2.03 ±1.87 ^b	18.73 ±2.65 ^d	61.63 ±2.43 ^d	3.33 ±0.73 ^c	19.26 ±1.35 ^e	57.34 ±0.65 ^b	8.62 ±0.34 ^{ab}	19.83 ±0.80 ^d
60℃ 5분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	58.11 ±0.78 ^f	2.19 ±1.92 ^b	16.43 ±1.06 ^e	51.80 ±0.56 ^f	5.03 ±0.56 ^{ab}	14.40 ±0.52 ^f	49.65 ±4.48 ^g	8.12 ±1.93 ^{ab}	16.10 ±2.33 ^e
10분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	52.22 ±0.05 ⁱ	4.66 ±0.26 ^a	12.02 ±0.41 ^f	54.41 ±0.20 ^f	5.51 ±0.25 ^a	13.72 ±0.09 ^f	53.76 ±0.86 ^c	7.04 ±0.18 ^{ab}	16.11 ±0.34 ^e
20분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	55.02 ±0.31 ^h	2.27 ±0.05 ^b	10.43 ±0.40 ^f	54.0 ±0.38 ^f	4.27 ±0.0 ^{bc}	11.21 ±0.04 ^g	45.00 ±0.32 ^e	8.97 ±0.20 ^a	12.02 ±0.03 ^f
30분	68.49 ±0.40	-4.81 ±0.03	22.35 ±0.48	56.65 ±0.13 ^g	4.21 ±0.03 ^a	11.38 ±0.11 ^f	54.70 ±0.07 ^f	6.18 ±0.03 ^a	14.31 ±0.01 ^f	46.22 ±0.14 ^e	7.11 ±0.28 ^{ab}	12.14 ±0.06 ^f

표32-2. 브랜칭 처리 시간에 따른 절단 감자의 색깔(저장감자)

20℃	0hr			30min			1hr			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	62.84 ±0.20 ^a	-1.08 ±0.05 ^e	14.80 ±0.08 ^{bc}	63.36 ±0.90 ^a	0.99 ±1.51 ^{ef}	16.83 ±1.20 ^b	56.74 ±1.11 ^{ab}	1.76 ±0.50 ^g	14.15 ±0.74 ^d
40℃ 5분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	62.53 ±2.14 ^{ab}	-0.91 ±0.46 ^e	14.57 ±0.79 ^{bc}	61.48 ±1.11 ^{ab}	-0.07 ±0.69 ^f	15.92 ±1.11 ^{bc}	58.48 ±2.26 ^a	1.84 ±0.90 ^g	16.38 ±0.26 ^{ab}
10분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	62.62 ±0.24 ^{ab}	-0.29 ±0.49 ^{de}	15.06 ±0.45 ^{bc}	60.49 ±0.62 ^{bc}	1.19 ±1.03 ^{ef}	16.56 ±0.68 ^b	55.73 ±2.24 ^{bc}	2.63 ±0.68 ^{fg}	14.74 ±0.35 ^{cd}
20분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.06 ±0.47 ^{ab}	0.40 ±0.28 ^d	14.17 ±0.40 ^c	59.46 ±0.26 ^{bcd}	2.26 ±0.43 ^{de}	16.25 ±0.14 ^b	56.72 ±1.40 ^{ab}	3.92 ±1.18 ^{def}	16.81 ±0.06 ^a
30분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.47 ±1.13 ^{ab}	-0.14 ±0.30 ^{de}	14.18 ±0.18 ^c	59.35 ±1.68 ^{bcd}	2.03 ±0.68 ^{de}	14.86 ±1.17 ^{cd}	55.94 ±0.45 ^{bc}	4.36 ±2.18 ^{cde}	15.55 ±1.02 ^{bc}
50℃ 5분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.32 ±1.35 ^{ab}	0.33 ±0.95 ^d	17.26 ±0.22 ^a	59.37 ±1.12 ^{bcd}	3.14 ±0.41 ^{cd}	16.35 ±1.03 ^b	52.41 ±0.68 ^{de}	3.70 ±0.27 ^{ef}	15.84 ±1.44 ^{abc}
10분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	60.86 ±2.21 ^{ab}	2.60 ±1.06 ^c	16.84 ±0.16 ^a	57.85 ±0.76 ^{cde}	4.74 ±0.48 ^b	18.15 ±0.23 ^a	53.89 ±0.68 ^{cde}	4.84 ±0.72 ^{bcd}	15.99 ±0.40 ^{ab}
20분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.34 ±0.20 ^{ab}	4.36 ±0.13 ^{ab}	15.38 ±0.32 ^b	56.56 ±0.37 ^{de}	6.33 ±0.21 ^a	16.59 ±0.27 ^b	54.78 ±1.34 ^{bcd}	5.69 ±0.44 ^{abc}	15.42 ±0.17 ^{bc}
30분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.34 ±1.07 ^{ab}	4.75 ±0.20 ^a	14.57 ±0.11 ^{bc}	57.14 ±0.71 ^{de}	6.50 ±0.62 ^a	16.64 ±0.62 ^b	53.98 ±1.05 ^{cde}	6.40 ±0.45 ^a	15.39 ±0.50 ^{bc}
60℃ 5분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.51 ±1.67 ^{ab}	2.58 ±1.10 ^c	14.99 ±1.21 ^{bc}	59.00 ±2.50 ^{bcd}	2.88 ±1.56 ^d	14.58 ±0.97 ^d	53.62 ±0.60 ^{cde}	5.15 ±0.18 ^{abcd}	13.70 ±0.51 ^d
10분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	56.94 ±4.37 ^c	3.38 ±1.81 ^{bc}	12.52 ±0.53 ^d	53.28 ±1.54 ^f	4.55 ±0.42 ^b	11.88 ±0.45 ^e	53.60 ±1.84 ^{cd}	4.19 ±0.45 ^{de}	11.10 ±0.80 ^e
20분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	60.62 ±1.53 ^b	2.67 ±0.17 ^c	9.82 ±0.11 ^e	55.11 ±3.41 ^{ef}	4.23 ±1.05 ^{bc}	10.41 ±0.73 ^f	52.07 ±2.79 ^e	5.16 ±1.17 ^{abcd}	11.09 ±0.66 ^e
30분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	54.82 ±0.32 ^c	4.09 ±0.95 ^{ab}	10.34 ±0.73 ^e	56.11 ±3.68 ^e	4.94 ±0.38 ^b	11.90 ±0.55 ^e	53.91 ±1.98 ^{cde}	5.99 ±0.33 ^{ab}	12.08 ±1.00 ^e

5℃	0hr			30min			1hr			2hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
control	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	63.21 ±0.48 ^a	-0.05 ±0.33 ^{de}	16.05 ±0.42 ^{ab}	61.57 ±1.09 ^{ab}	0.72 ±0.36 ^d	16.70 ±1.10 ^{cde}	61.28 ±0.65 ^a	1.34 ±0.18 ^d	15.44 ±0.77 ^e
40℃ 5분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	62.70 ±1.60 ^a	-0.84 ±0.11 ^e	14.79 ±0.39 ^{cd}	63.35 ±0.96 ^a	0.94 ±0.81 ^d	16.16 ±0.69 ^{de}	60.46 ±1.90 ^{ab}	2.20 ±1.65 ^{cd}	17.52 ±1.42 ^{bcd}
10분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	62.27 ±0.28 ^{ab}	-0.50 ±0.53 ^{de}	15.06 ±0.44 ^{bcd}	61.47 ±1.40 ^{ab}	1.03 ±0.13 ^d	16.50 ±1.10 ^{de}	59.17 ±1.87 ^{abc}	2.75 ±0.28 ^{cd}	16.54 ±0.68 ^{cde}
20분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.90 ±1.22 ^{ab}	-0.11 ±0.14 ^{de}	14.71 ±1.01 ^{cd}	63.30 ±0.35 ^a	1.88 ±0.58 ^d	17.98 ±0.21 ^{ab}	56.87 ±1.67 ^{cdef}	3.53 ±0.79 ^c	16.54 ±1.19 ^{cde}
30분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	63.15 ±0.79 ^a	-0.28 ±0.15 ^e	13.97 ±1.17 ^d	61.21 ±0.27 ^b	2.11 ±1.73 ^d	16.08 ±0.60 ^{de}	59.31 ±0.99 ^{abc}	3.04 ±0.63 ^c	16.09 ±1.35 ^{de}
50℃ 5분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.92 ±1.49 ^{ab}	0.66 ±0.83 ^d	16.59 ±0.86 ^a	58.55 ±2.74 ^c	4.22 ±1.35 ^c	18.63 ±0.95 ^a	58.15 ±2.52 ^{bcd}	6.09 ±1.74 ^b	20.04 ±0.24 ^a
10분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	63.05 ±0.41 ^a	2.56 ±1.16 ^{bc}	16.60 ±1.24 ^a	59.85 ±1.34 ^{bc}	4.95 ±0.62 ^{bc}	17.79 ±0.65 ^{abc}	55.65 ±1.31 ^{efgh}	5.97 ±0.55 ^b	17.95 ±0.64 ^{bc}
20분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	61.89 ±0.73 ^{ab}	4.04 ±0.38 ^a	16.50 ±0.18 ^a	59.73 ±0.26 ^{bc}	5.95 ±1.19 ^b	16.80 ±0.71 ^{bcd}	57.84 ±0.84 ^{cde}	6.24 ±0.71 ^b	17.53 ±0.64 ^{bcd}
30분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	63.18 ±0.52 ^a	4.06 ±0.56 ^a	15.76 ±0.76 ^{abc}	57.96 ±0.16 ^c	7.72 ±0.24 ^a	16.71 ±0.16 ^{cde}	56.53 ±1.25 ^{defg}	9.05 ±1.58 ^a	18.80 ±0.95 ^{ab}
60℃ 5분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	60.16 ±2.04 ^{bc}	1.96 ±0.44 ^c	14.44 ±0.66 ^d	58.29 ±2.01 ^c	4.67 ±0.52 ^{bc}	14.59 ±0.54 ^f	57.37 ±1.99 ^{cdef}	5.42 ±0.22 ^b	15.83 ±1.95 ^{de}
10분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	58.04 ±1.61 ^c	4.11 ±0.50 ^a	12.19 ±0.32 ^e	57.92 ±1.06 ^c	4.96 ±2.12 ^{bc}	15.44 ±0.76 ^{ef}	54.01 ±0.22 ^h	5.72 ±0.11 ^b	11.66 ±0.15 ^f
20분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	54.70 ±1.29 ^d	2.85 ±0.96 ^b	8.76 ±0.22 ^g	57.93 ±1.12 ^c	5.20 ±0.19 ^{bc}	12.33 ±1.45 ^g	55.33 ±1.12 ^{efgh}	6.04 ±1.51 ^b	12.03 ±1.73 ^f
30분	65.61 ±0.77	-3.14 ±0.11	14.29 ±0.72	57.92 ±3.61 ^c	3.14 ±0.25 ^b	9.98 ±0.31 ^f	58.01 ±1.36 ^c	5.76 ±0.49 ^{bc}	12.03 ±0.17 ^g	54.63 ±1.64 ^{gh}	6.78 ±1.35 ^b	12.44 ±0.74 ^f

햇감자와 저장감자를 브랜칭한 후 중량감소율을 측정한 결과는 표33과 같이 저장온도, 수확시기에 따라 별다른 차이를 나타내지 않았다.

표33-1. 브랜칭 처리시간에 따른 절단 감자의 중량감소율(햇감자)

5℃저장	30min	1hr	2hr
control	99.27	99.49	99.29
40℃ 5분	99.33	99.14	99.53
10분	99.14	99.13	99.30
20분	99.11	98.64	98.83
30분	99.73	99.26	99.06
50℃ 5분	99.37	99.36	99.42
10분	98.50	98.20	98.46
20분	98.27	98.43	98.46
30분	98.64	98.27	98.08
60℃ 5분	98.53	98.10	98.35
10분	97.93	97.73	98.10
20분	98.58	98.07	97.48
30분	98.31	98.56	98.40

20℃	30min	1hr	2hr
control	99.11	99.19	99.43
40℃	5분	99.30	99.01
	10분	99.04	99.12
	20분	98.40	98.97
	30분	98.83	98.60
50℃	5분	99.33	99.22
	10분	98.68	98.75
	20분	98.50	98.26
	30분	99.07	98.36
60℃	5분	98.99	98.58
	10분	97.52	98.09
	20분	99.35	98.59
	30분	98.07	97.65

표33-2. 브랜칭 처리시간에 따른 절단 감자의 중량감소율(저장감자)

20℃저장	30min	1hr	2hr
control	99.89	99.65	99.79
40℃	5분	99.09	99.33
	10분	99.56	99.47
	20분	99.32	99.46
	30분	99.19	99.14
50℃	5분	99.25	99.17
	10분	99.33	99.14
	20분	98.73	98.87
	30분	98.54	98.89
60℃	5분	98.63	98.62
	10분	98.36	98.62
	20분	98.52	98.32
	30분	98.99	98.66

5℃저장	30min	1hr	2hr
control	99.56	99.53	99.63
40℃ 5분	98.92	98.93	99.03
10분	99.40	98.91	99.14
20분	99.81	99.50	99.37
30분	98.66	98.84	99.0
50℃ 5분	99.07	97.13	98.96
10분	99.07	98.93	99.01
20분	98.67	98.75	98.98
30분	99.15	98.76	98.86
60℃ 5분	98.99	98.73	98.71
10분	98.80	98.53	98.58
20분	98.81	98.98	98.11
30분	98.31	98.48	98.29

2. 수박피와 기계박피 방법으로 처리한 감자의 품질특성

수 박피와 기계 박피의 작업 효율성과 상품성을 비교하기 위하여 감자 10kg을 처리 하는데 소요되는 시간과 수율을 조사한 결과는 표34와 같다. 감자 10kg을 박피 하는데 소요되는 시간은 손으로 작업 시 20분 기계 박피는 5분이 소요되었으며, 수율은 86%, 97%로 기계박피가 훨씬 높았다. 박피후 1x1cm로 절단할 때 소요되는 시간은 손 으로 작업할 때 40분, 기계로 작업할 때 10분이 소요 되었고 수율은 75, 78%였다.

절단한 감자를 갈변방지제 0.4% citric acid를 처리하여 색깔을 조사한 결과는 표 35와 같이 수작업의 백색도가 67.21에서 28시간 후 66.49인데 비하여 기계박피는 67.01에서 28시간 후 60.42로 백색도가 수작업에 비하여 떨어졌다.

표34. 절단 감자의 수작업 과 연속작업 소요시간 및 수율

10kg처리	수박피		기계박피	
	걸린시간	수율(kg)	걸린시간	수율(kg)
박피시	20분	8.6kg	5분	9.7kg
dice(1cm×1cm)썰때	40분	7.52kg	10분	7.78kg

표35. 절단 감자의 수작업 과 연속작업에 의한 색깔 변화

	0hr			3hr			24hr			28hr		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
수박피	67.21	-4.88	21.61	66.74	-3.92	19.67	66.15	-4.98	21.66	66.49	-5.10	21.44
기계박피	67.01	-4.04	21.80	65.78	-3.95	21.5	61.92	-2.50	20.44	60.42	-1.06	20.44

기계 박피 방법을 달리하면서 감자의 갈변 정도를 측정한 결과는 표36과 같다. 이 때 사용한 원료는 2000년 강원산으로 기존에 사용한 구근류 박피기 외에 회전식으로 칼날의 회전속도를 달리하면서 감자를 박피하고 색깔을 측정하였다. 회전식 구근류 박피방법으로 한 군은 처리 1시간 후부터 다른 군과 뚜렷하게 구별되도록 갈변이 일어났으며 상품으로의 가치는 없었다. 1시간 경과시 300rpm과 기계박피를 제외하고는 수박피, 400, 500rpm양호하였고 5시간 경과시에는 수박피 > 400rpm > 500rpm > 300rpm순으로 차이가 나타났으며 22시간 후에는 500rpm > 400rpm, 수박피로 상품으로의 가치는 없으나 색의 차이는 나타났다.

표36. 박피방법별 감자의 색깔

	0hr			1hr			5hr		
	L	a	b	L	a	b	a	b	
Hand peel	75.26 ±2.14	-3.03 ±0.19	19.04 ±0.94	76.01 ±1.68 ^a	-2.80 ±0.12 ^a	17.01 ±1.06 ^c	76.33 ±1.16 ^a	-2.42 ±0.26 ^b	17.14 ±0.98 ^c
300rpm	75.26 ±2.14	-3.03 ±0.19	19.04 ±0.94	74.74 ±3.35 ^a	-3.20 ±0.29 ^b	20.04 ±1.46 ^a	75.89 ±2.22 ^a	-2.96 ±0.23 ^b	19.01 ±1.00 ^b
400rpm	75.26 ±2.14	-3.03 ±0.19	19.04 ±0.94	75.20 ±0.82 ^a	-2.99 ±0.24 ^{ab}	17.95 ±0.84 ^{bc}	75.53 ±1.98 ^a	-2.80 ±0.32 ^b	18.73 ±1.75 ^b
500rpm	75.26 ±2.14	-3.03 ±0.19	19.04 ±0.94	76.04 ±0.71 ^a	-2.80 ±0.30 ^a	17.96 ±1.33 ^{bc}	75.67 ±1.99 ^a	-2.51 ±0.32 ^b	18.03 ±1.47 ^{bc}
Machine peel	75.26 ±2.14	-3.03 ±0.19	19.04 ±0.94	71.62 ±2.41 ^b	-2.80 ±0.46 ^a	18.33 ±2.14 ^b	69.61 ±2.08 ^b	-1.34 ±1.29 ^a	20.66 ±2.73 ^a

	22hr			46hr		
	L	a	b	L	a	b
Hand peel	70.33±1.16 ^d	-0.26±0.42 ^d	20.71±0.92 ^d	71.28±1.65 ^a	0.75±0.42 ^{bc}	23.78±0.81 ^b
300rpm	70.09±1.54 ^d	0.15±1.08 ^{ab}	22.35±1.76 ^{ab}	69.13±2.33 ^a	2.16±1.26 ^a	26.90±2.79 ^a
400rpm	72.09±2.13 ^{ab}	-0.17±0.79 ^b	22.01±1.43 ^{ab}	70.43±1.72 ^a	-0.21±0.94 ^c	24.68±1.28 ^d
500rpm	73.85±1.09 ^a	-0.49±0.64 ^d	22.50±1.05 ^{ab}	70.41±1.87 ^a	1.16±0.61 ^{ab}	24.43±1.24 ^d
Machine peel	60.42±7.12 ^c	1.03±1.96 ^a	23.65±4.89 ^a	65.16±5.93 ^d	1.44±2.66 ^{ab}	28.71±4.37 ^a

기계 박피 방법을 달리하면서 감자의 경도를 측정한 결과는 표37과 같다. 표에서와 같이 손으로 작업한 것은 1,022에서 46시간이 지난후 1,084kg 으로 큰 차이를 나타내지 않았으나 기존에 사용하던 구근류 박피기로 박피한 것은 22시간이 지난 후 304로 떨어져 연화정도가 매우 컸으며 칼날을 이용한 박피방법은 400rpm 처리구가 22시간 까지 1,011로 수작업한 것과 경도가 비슷하였다. 특히하게 박피후 5시간 후에는 경도

가 현저히 모든 군에 있어서 떨어졌는데 이는 박피와 침지과정중 수분이 감자의 조직에 흡수되어 일시적으로 일어난 것으로 사료되며 구근류 박피기가 연화가 심한 것은 표면 마찰에 의해 심하게 손상되었기 때문으로 보인다.

표37. 박피방법별 감자의 경도

	Storage time			
	0hr	5hr	22hr	46hr
Hand peel	1022.73±126.12	553.75±146.51 ^a	1099.74±241.88 ^a	1084.29±191.91 ^a
300rpm	1022.73±126.12	219.40±61.05 ^{bc}	851.66±225.97 ^b	927.69±241.86 ^b
400rpm	1022.73±126.12	240.99±82.91 ^b	1011.53±330.40 ^a	884.12±159.86 ^b
500rpm	1022.73±126.12	167.42±66.53 ^c	832.57±162.61 ^b	922.77±145.90 ^b
Machine peel	1022.73±126.12	109.23±37.19 ^c	304.21±105.51 ^c	89.45±32.77 ^c

기계 박피방법을 달하면서 감자의 소요시간과 수율을 측정한 결과는 표38과 같다. 칼날식 박피방법은 500rpm이 90.5%, 400, 300rpm은 94, 94.5%였으며 소요시간은 27분, 28분, 45분으로 수작업 20분과 비슷하였으나 이는 소규모 단위로 실험한 것으로 추후 완전 자동화할 경우는 구근류 박피기 방법과 비슷할 것으로 보인다.

표38. 박피방법별 10kg당 시간별 수율조사

RPM	박피소요시간	수율(kg)
500	27분 10초	9.05(90.5%)
400	28분 53초	9.40(94.0%)
300	45분 36초	9.45(94.5%)
수박피	20분	8.60(86.0%)
기계박피	5분	9.70(97.0%)

3. 감자의 저장중 품질 특성 분석

감자를 회전식 칼날 박피방법으로 박피한 후 기계식으로 절단하여 0.4%citric acid에 30분간 침지한 후 0.06mm 와 0.03mm 두께 LDPE로 포장한 후 5℃ 저온저장 하면서 중량감소율을 측정한 결과는 표39와 같다. 포에서와 같이 용기포장보다는 합기 포장의 중량 감소율이 적었으며, 포장재는 0.06mm가 0.34(기계), 0.25(손), 0.03mm가 0.2%로 포장재간에는 큰 차이가 없었다.

표39-1. 감자 저장 기간중 중량 감소율(0.06mm LDPE)

Treatment			Storage time(hr)			
			2	26	50	74
기계 dice	0.4%citric acid	합기포장	0.08	0.16	0.23	0.34
		용기포장	0.49	0.67	0.69	1.18
	control	합기포장	0.04	0.27	0.38	0.99
		용기포장	0.37	0.68	1.45	1.28
hand dice	0.4%citric acid	합기포장	0.12	0.18	0.10	0.25
		용기포장	0.43	0.39	0.39	0.39
	control	합기포장	0.06	0.06	0.17	0.22
		용기포장	0.19	0.36	0.51	0.77

표39-2. 감자 저장 기간중 중량 감소율(0.03mm LDPE)

Treatment			Storage time(hr)		
			5	28	52
기계 dice	0.4% citric acid	합기포장	0.25	0.25	0.2
		용기포장	0.58	0.32	0.43
	control	합기포장	0.15	0.17	0.07
		용기포장	0.31	0.47	0.64
hand dice	0.4% citric acid	합기포장	0.61	0.22	0.2
		용기포장	1.45	0.91	0.66
	control	합기포장	0.05	0.1	0.05
		용기포장	0.3	0.36	0.47

저장기간중 경도의 변화는 표40에 나타내었다. 표에서와 같이 기계에 의하여 작업한 감자는 수작업에 의하여 작업된 감자에 비하여 다소 경도가 떨어지는 경향을 보였다. 포장방법은 MAP, Stretch 큰 차이는 없었으나 MAP방법이 다소 외관적으로 좋게 나타났다.

표40. 감자 저장 기간중 경도 변화

Treatments		Storage time(hr)					
		0	2	26	50	74	
기계Dice	MAP package	0.4%Citric acid	691.93±103.12	655.85±108.10	657.16±140.83	645.99±104.29	576.62±90.18
		Control	691.93±103.12	714.41±143.11	623.96±70.72	588.42±70.86	604.35±78.40
	Stretch package	0.4%Citric acid	691.93±103.12	603.68±88.23	617.45±68.78	564.38±61.39	584.04±73.34
		Control	691.93±103.12	671.05±122.04	637.22±111.54	567.60±101.97	614.95±106.10
hand dice	MAP package	0.4%Citric acid	670.70±70.93	695.43±123.83	649.60±91.95	724.21±103.54	713.20±98.17
		Control	670.70±70.93	678.53±97.19	683.52±75.63	650.86±114.42	687.14±95.32
	Stretch package	0.4%Citric acid	670.70±70.93	735.42±104.14	722.45±110.32	720.66±81.58	698.71±81.21
		Control	670.70±70.93	645.08±91.32	755.91±107.98	670.68±72.20	643.86±56.54

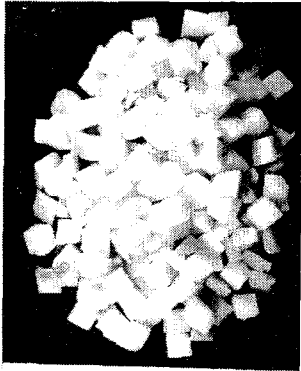
저장기간중 색깔의 변화는 표41에 나타내었다. 표에서와 같이 기계에 의하여 작업한 감자는 수작업에 의하여 작업된 감자에 비하여 다소 색깔이 떨어지는 경향을 보였다.

표41-1. 감자 저장 기간중 색깔 변화(0.06mm)

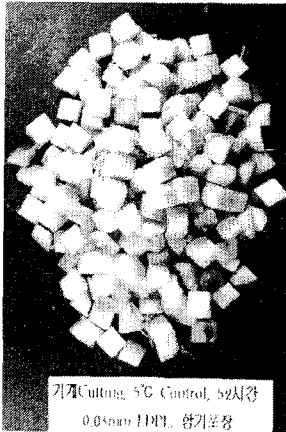
Treatment	0hr			2hr			26hr			50hr			74hr				
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b		
기계 dice	control	MAP package	67.98	-5.77	24.47	61.95	-2.97	23.53	58.28	-3.41	20.17	58.69	0.27	17.78	58.49	-1.68	18.17
		Stretch package	±0.55	±0.92	±0.84	±0.99 ^b	±0.65 ^a	±0.56	±2.13 ^b	±0.93 ^b	±1.36 ^b	±1.72 ^{ab}	±0.34 ^b	±1.25 ^{ab}	±1.37 ^a	±0.73 ^b	±0.79 ^a
	0.4% citric acid	MAP package	67.98	-5.77	24.47	63.06	-2.98	22.86	56.20	-1.42	20.25	57.16	1.12	17.28	55.01	0.73	15.33
		Stretch package	±0.55	±0.92	±0.84	±1.82 ^b	±0.65 ^a	±2.03	±1.97 ^b	±2.70 ^a	±1.46 ^b	±1.23 ^b	±0.51 ^a	±0.30 ^b	±1.95 ^b	±1.52 ^a	±1.68 ^b
hand dice	control	MAP package	67.98	-5.77	24.47	66.41±	-6.20	22.77	65.12	-5.13	22.09	58.97	-1.11	17.28	58.65	-0.08	17.52
		Stretch package	±0.55	±0.92	±0.84	0.68 ^a	±0.72 ^b	±2.49	±2.11 ^a	±0.55 ^b	±1.43 ^a	±0.97 ^{ab}	±0.39 ^b	±0.38 ^b	±1.14 ^a	±1.11 ^a	±2.04 ^b
	0.4% citric acid	MAP package	67.98	-5.77	24.47	67.16	-5.53	22.12	62.66	-4.32	22.22	60.61	0.24	18.63	58.99	-0.69	18.68
		Stretch package	±0.55	±0.92	±0.84	±0.88 ^a	±0.42 ^b	±0.93	±0.83 ^a	±0.29 ^b	±0.84 ^a	±1.63 ^a	±0.60 ^b	±0.44 ^a	±2.11 ^a	±0.59 ^b	±2.31 ^a
hand dice	control	MAP package	68.74	-4.68	20.3	66.69	-3.91	18.79	66.35	-3.16	16.35	66.65	-3.43	17.78	69.16	-3.27	19.97
		Stretch package	±1.07	±0.12	±0.24	±1.40 ^b	±0.26 ^a	±0.32	±1.57	±0.29 ^a	±1.15 ^c	±3.15 ^{ab}	±0.56 ^c	±1.82	±1.46 ^a	±0.55 ^b	±1.37
	0.4% citric acid	MAP package	68.74	-4.68	20.37	66.57	-3.84	19.30	68.73	-3.97	19.05	65.88	-1.27	17.26	65.90	-1.20	18.94
		Stretch package	±1.07	±0.12	±0.24	±13.70 ^b	±0.41 ^a	±1.67	±3.51	±1.08 ^a	±1.29 ^b	±1.11 ^{ab}	±0.82 ^a	±0.94	±0.46 ^b	±0.90 ^a	±2.50
hand dice	control	MAP package	68.74	-4.68	20.37	69.20	-4.33	18.66	68.95	-4.26	20.98	67.28	-4.30	19.00	68.34	-3.91	20.49
		Stretch package	±1.07	±0.12	±0.24	±0.68 ^a	±0.26 ^b	±2.36	±0.94	±0.19 ^b	±1.15 ^a	±1.58 ^a	±0.50 ^c	±2.88	±2.28 ^a	±0.17 ^b	±1.46
	0.4% citric acid	MAP package	68.74	-4.68	20.37	69.07±	-4.89	20.70	66.86	-3.96	18.16	64.26	-2.48	19.51	64.16	-0.79	20.90
		Stretch package	±1.07	±0.12	±0.24	1.14 ^a	±0.32 ^c	±1.01	±1.19	±0.25 ^b	±1.23 ^b	±1.52 ^a	±0.79 ^b	±0.55	±2.26 ^b	±0.85 ^a	±1.40

표41-2. 감자 저장 기간중 색깔 변화(0.03mm)

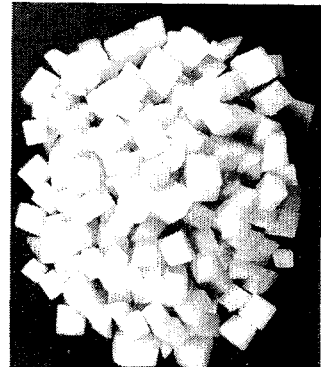
Treatment	0hr			5hr			28hr			52hr			
	L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b	
control	함기포장	66.53	-2.27	18.13	58.09	2.42	15.82	58.00	0.42	13.93	55.51	0.43	11.34
		±1.22	±0.23	±0.62	±2.60	±0.20	±0.81	±0.97	±0.42	±0.94	±3.94	±0.57	±1.37
dice	용기포장	66.53	-2.27	18.13	61.65	2.24	17.72	59.33	0.10	14.64	54.20	0.51	11.53
		±1.22	±0.23	±0.62	±0.75	±1.27	±1.13	±2.37	±0.92	±0.76	±1.59	±0.27	±1.07
0.4% citric acid	함기포장	66.53	-2.27	18.13	67.87	-2.50	14.59	66.50	-2.50	15.10	66.11	-1.83	15.80
		±1.22	±0.23	±0.62	±0.78	±0.09	±0.60	±1.78	±0.13	±0.34	±0.88	±0.14	±1.17
dice	용기포장	66.53	-2.27	18.13	66.54	-2.69	14.47	64.86	-2.46	16.17	65.76	-1.93	15.74
		±1.22	±0.23	±0.62	±1.09	±0.10	±0.52	±1.04	±0.50	±2.47	±1.02	±0.18	±0.51
control	함기포장	66.65	-3.30	15.10	66.52	-2.60	14.82	67.27	-2.65	17.76	64.75	-1.95	14.94
		±0.42	±0.07	±0.10	±1.49	±1.11	±2.77	±0.75	±0.40	±1.46	±0.07	±0.22	±2.80
hand dice	용기포장	66.65	-3.30	15.10	66.96	-2.84	14.90	66.56	-2.44	14.34	66.02	-2.73	14.67
		±0.42	±0.07	±0.10	±0.94	±0.39	±1.04	±0.85	±0.65	±2.12	±0.83	±0.85	±2.66
0.4% citric acid	함기포장	66.65	-3.30	15.10	66.58	-3.81	17.23	66.74	-3.44	14.81	65.31	-3.35	15.08
		±0.42	±0.07	±0.10	±0.27	±0.46	±0.40	±0.24	±0.14	±0.11	±0.21	±0.21	±2.30
dice	용기포장	66.65	-3.30	15.10	67.03	-3.59	15.34	67.30	-3.30	14.98	65.70	-3.10	13.62
		±0.42	±0.07	±0.10	±1.38	±0.65	±3.92	±0.72	±0.26	±1.46	±1.10	±0.36	±1.86



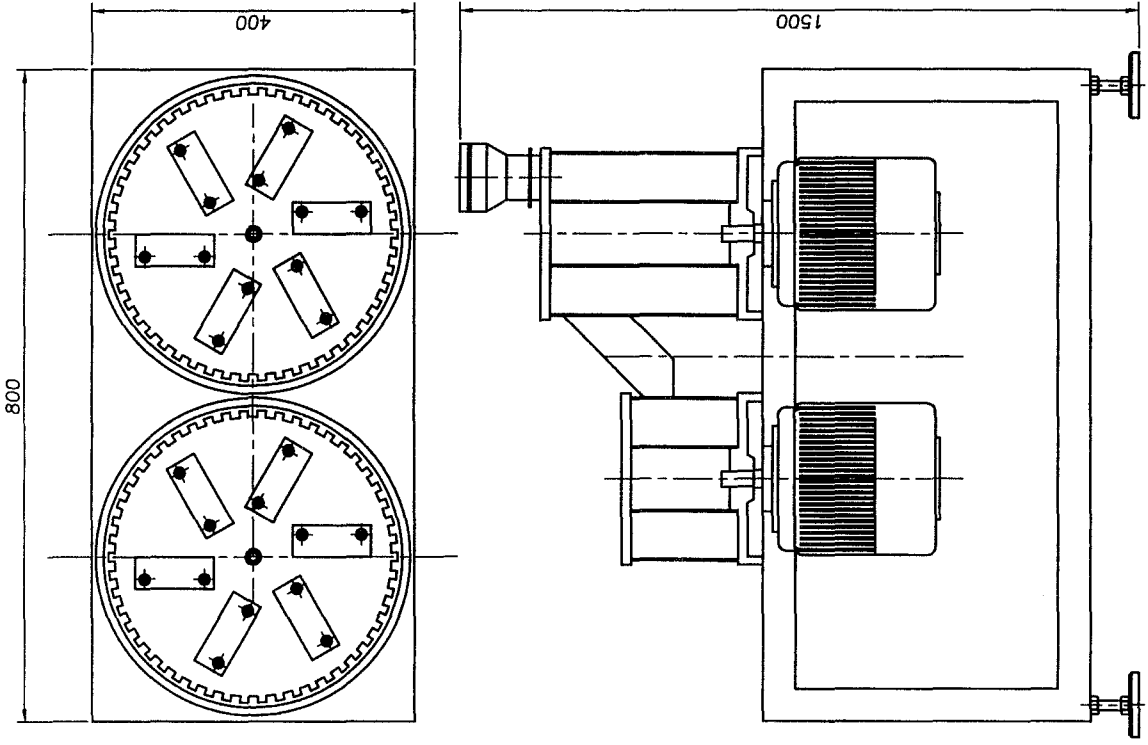
기계Cutting, 5°C 0.4%Citric acid, 52시간
0.03mm LDPE, 함기포장



기계Cutting, 5°C Control, 52시간
0.03mm LDPE, 함기포장



Hand Cutting, 20°C 0.4%Citric acid, 52시간
0.03mm LDPE, 함기포장



KOREA FOOD RES. INST				
DWG	DESIGN	CHECK	APPROV	SCALE
TITLE			DATE	
			DWG NO.	

제4절 참고문헌

- 1) Day, B.P.F. and Gorris, L.G.M.(1993) "Modified atmosphere packaging of fresh produce on the west-European market' in ZFL-Int.Z.Lebensm-Tech., Mark, Verpack, Anal.44(1/2), 32-37
- 2)Garret, E.(1994)"Challenges and opportunities in marketing fresh-cut produce' in Modified atmosphere food packaging professionals, Herndon, VA, USA
- 3) Wiley, R.C.(1994) Minimally processed refrigerated fruits and vegetables, Chapman & Hall
- 4)Ahvenainen, R. and Hurme, E.(1994) 'Minimal processing of vegetables' in Minimal processing of foods(VTT symposium series no.142)(Ahvenainen, R., Mattila-Sandholm,T. and Ohlsson, T., eds),pp.17-35, Technical Research Centre of Finland(VTT), Espoo, Finland
- 5)Varoquaux, P. and Wiley, R. (1994)'Biological and biochemical changes in minimally processed refrigerated fruits and vegetables' in Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables(Wiley, R.C.,ed),pp 226-268, Chapman & Hall
- 6)Kabir, H.(1994)'Fresh-cut vegetables'in Modified Atmosphere Food Packaging(Brody,A.L.,ed), pp 155-160, Institute of packaging professionals, Herndon, VA,USA
- 7)Mattila, M. Ahvenainen, R., Hurme, E. and Hyvonen, L(1995) 'Respiration rates of some minimally processed vegetables'in Proceedings of Workshop on Systems and Operations for Post-harvest Quality (De Baerdemaeker, I. et al., eds), pp. 135-145, COST 94 'Post-harvest treatment of fruit and vegetables' Commission of the European Community, Brussels, Belgium
- 8)Powrie,W.D. and Skura,B.J.(1991) 'Modified atmosphere packaging of food(Ooraikul, B. and Stiles, M.E., eds),pp 169-245, Ellis Horwood
- 9)Garg, N., Churey, J.J. and Splittstoesser, D.F. (1990)"Effect of processing conditions on the microflora of fresh-cut vegetables'in J.Food Protect. 53, 701-703
- 10)Willcox,F., Hendrickx, M. and Tobback, P.(1994) "The influence of temperature and gas composition on the evolution of microbial and visual quality of minimal processingof foods and process optimization:An interface(Singh, R.P. and Oliveira, F.A.R., eds), pp.475-492,

CRC Press

- 11) Marchetti, R., Casadei, M.A. and Guerzoni, M.E. (1992) 'Microbial population dynamics in ready-to-use vegetable salads' in *Ital. J. Food Sci.* no.2, 97-108
- 12) Brackette, R.E. (1994) 'Microbiological spoilage and pathogens' in *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables* (Wiley, R.C., ed), pp 269-312, Chapman & Hall
- 13) Torriani, S. and Massa, S., (1994) 'Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots in *Lebensm. Wiss. Technol.* 27, 487-490
- 14) Riquelme, F., Pretel, M.T., Martinez, G., Serrano, M. Amoros A. and Romojaro, F. (1994) 'Packaging of fruits and vegetables: Recent results' in *Food Packaging and Preservation* (Mathlouthi, M., ed.), pp. 141-158, Blackie
- 15) Ahvenainen, R., Hurme, E., Kinnunen, A., Luoma, T. and Skytta, E. 'Factors affecting the quality retention of Minimally processed carrots' in proceedings of the Sixth International Symposium of the European Concerted Action Program COST 94 'Post-harvest Treatment of Fruit and Vegetables'. Current Status and Future Prospects, Commission of the European Community, Brussels, Belgium (in press)
- 16) Leistner, L. and Gorris, L.G.M. (1995) 'Food prevention by hurdle technology' in *Trends Food Sci. Technol.* 6, 41-46
- 17) O'Beirne, D. (1995) 'Influence of raw material and processing on quality of minimally processed vegetables in Progress Highlight C/95 of EU Contract AIRI-CT92-0125' Improvement of the Safety and Quality of Refrigerated Ready-to eat Foods using Novel Mild Preservation Techniques', Commission of the European Community, Brussels, Belgium
- 18) Ohta, H. Sugawara, W. (1987) 'Influence of processing and storage conditions on quality stability of shredded lettuce' in *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkai Shi* 34, 432-438
- 19) Sapers, G.M. and Miller, R.L. (1995) 'Heated ascorbic/citric acid solution as browning inhibitor for pre-peeled potatoes' in *J. Food Sci.* 60, 762-766, 776
- 20) Lozano-de-Gonzales, P.G., Barrett, D.M. Wrolstad, R.E. and Durst, R.W. (1993) 'Enzymatic browning inhibited in fresh and dried apple rings by pineapple juice' in *J. Food Sci.* 58, 399-404
- 21) Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989) 'Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables' in *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28(1),

1-30

- 22) Day, B.P.F.(1994) 'Modified Atmosphere Packaging and Active Packaging of Fruits and Vegetables' in Minimal Processing of Foods(VTT Symposium Series 142)(Ahvenainen, R.and Mattila-Sandholm, T. and Ohlsson, T., eds)
- 23) Exama, A., Arul, J., Lencki, R.W., Lee, L.Z. and Toupin, C.(1993) 'Suitability of plastic films for modified Atmosphere packaging of fruits and vegetables' in J.Food Sci. 58, 1365-1370
- 24) Gorris, L.G.M., de Witte, Y. and Bennik, M.I.H. (1994) Refrigerated storage under moderate vacuum' in ZFL Focus int. 45(6), 63-66
- 25) Baldwin, E.A., Nisperos-Carriedo, M.O. and Baker, R.A.(1995) 'Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products 'in Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 35, 509-524

제4장 각 공정별 및 유통공정 중 위해요소

관리기준(CCP) 마련

제1절 서 론

우리나라 국민의 생활수준이 향상되고, 사회구조가 점차 다양하게 변화되어감에 따라 우리의 식생활 양식은 크게 바뀌어 가면서 편의성과 간편성을 추구하게 되었다. 특히, 식품 유통방법이 개선되어감에 따라 다양한 편의식품들이 개발되어 시판되고 있으며, 학교 급식을 비롯해 산업체 급식, 병원 급식 등 단체급식의 역할도 더욱 비중을 더해가고 있다. 이러한 시대적 변화에 발 맞추어 식자재를 1차 손질하여 다양한 단체급식소에 식재료를 저가로 공급하므로써 인건비를 비롯한 운영경비를 절감시키고 음식물 쓰레기를 감소시킬 수 있는 식자재 가공공장 혹은 농산물 소포장 센터들이 건립되어 가동 중에 있다.

다량의 식재료를 사람의 손을 거쳐 처리하기 때문에 생산과정 중 식품재료 취급상의 조그마한 부주의라도 있을 때에는 식품안전사고가 유발될 가능성이 언제나 내재하며 생산단계뿐만 아니라 출하단계까지 위생적으로 실행되지 못했을 경우에도 미생물의 오염 및 증식의 잠재적 위험성이 항상 따르게 된다. 그러므로 급식소에 공급되는 식자재의 품질과 안전성을 확보하기 위한 품질관리체계에 관한 연구가 절실히 요구된다.

최근 식품위생 관리를 위한 새로운 방법의 도입이 모색되고 있는데 그 대표적인 것이 자주적 관리방식인 HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)제도¹⁾이다. HACCP은 1960년대부터 미국에서 기존에 실시했던 완제품 검사와는 달리 앞으로의 식품안전사고를 사전에 예방하는데 초점을 맞춰 개발한 합리적이고 과학적인 위생관리 체계²⁾로서 식품원료의 생육, 수확, 가공, 제조, 판매 그리고 소비자의 조리까지 관리하는 방식이다³⁾.

우리나라에서도 1995년 12월에 개정된 식품위생법에 HACCP제도가 도입되면서 보건복지부에서는 1996년 12월 5일에 식품위해요소 중점관리기준을 확정, 고시하였으며, 1996년 식육제품을 시작으로 1997년에 어육연제품, 1998년에 유제품, 1999년에 냉동식품에 적용되고 있으며, 2000년부터는 식품전반에 확대할 계획이다⁴⁻⁵⁾. 그러나 HACCP은 현장마다 그 상황에 맞게 충분한 위해분석 후 원안을 만들어야 하는 것으로 개념은 알고 있어도 모범사례가 제각각이고 HACCP을 이용한 연구들이 많이 보고되었고, 1990년대에 들어 HACCP을 적용, 실시하는 급식소가 증가하였으나 국내 적용에 관한 보고는 많지 않은 실정⁶⁾이며, 일부 대학급식소, 산업체 급식소, 병원, 도시락업

체, 대중음식점 등에 대한 소수의 연구보고가 있을 뿐이다.

따라서 본 연구에서는 농산물 소포장센터에서의 식자재 전처리 가공을 대상으로 1) 생산 작업장의 위생상태, 환경 및 작업 종사자의 위생습관을 조사하고

2) 소비자에게 제공되는 식자재의 생산 단계별 소요시간 및 온도상태를 측정하였으며,

3) 식자재, 식자재 가공에 사용하는 기구 및 작업자에 대하여 미생물 검사를 실시하였고,

4) CCP 결정 계통수를 토대로 제조공정상 CCP를 확인하으로써

5) 전처리 야채류의 공정별 위해요소 관리기준을 마련하여, 효과적인 품질관리 체계의 기준을 설정·제시하고자 하였다.

제2절 연구재료 및 방법

1. 재료 및 방법

1차년도는 전처리 야채류의 위해요소를 분석하기 위해 식자재 수납 후 검수과정부터 식자재를 계균, 포장하기 전 과정까지 미생물적 위해요소(CCP)의 확인하였다.

-1차 실험재료 : 양배추, 양파, 감자, 무 (안성농협에서 구입)

-2,3차 실험재료 : 양배추, 양파, 감자, 무 (분당 김스클럽에서 구입)

2차년도는 흥익풀누리 식자재센터에서 실시하고 있는 전처리 야채류를 대상으로 2000년 3월에서부터 5월까지 실시하였다. 실험재료는 감자, 무, 당근, 양파였다.

2. 위해요소의 검색

식자재 생산공정은 원재료의 검수서부터 시작되며 개략적 공정은 아래와 같다.

식자재검수 → 트리밍 → 세정 → 절단 → 계균 → 포장

3. 소요시간 및 온도

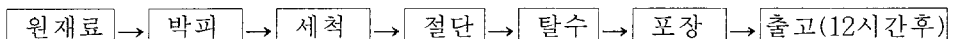
식자재 생산을 위한 각 단계의 소요시간과 식품처리 과정 중의 온도를 측정하고, 소요시간은 생산단계의 시작과 끝나는 지점에서 실시하고 온도는 각 생산단계의 끝나는 지점에서 식품의 중심온도를 측정하였다.

4. 미생물 검사

식재료 생산단계에서 채취한 음식의 시료와 식재료 생산을 위해 사용되는 기구나 용기에 대해 실시하였으며 미생물검사는 표준평판균수(total mesophilic aerobic plate count)와 대장균군 수(coliform count)의 2종 실시하였다.

5. 흥익풀누리 식자재 센터를 대상으로 한 전처리 야채류의 생산공정별 미생물 분석

○ 식재료 생산단계 규명



○ 실험재료 채취 단계 및 대상

SAMPLE	공 정
A	원재료→박피→세척→절단(1)→절단(3)→탈수→포장 - 7단계
B	원재료→박피→세척→절단(1)→절단(3)→탈수→포장 - 7단계
C	절단(1)→절단(3)→탈수 - 3단계
D	cutting시의 조리원 손
E	cutting 기 벨트
F	cutting 기 칼날
G	cutting 기 벽면
H	작업대
I	박피시의 조리원 손
J	박피시 칼
K	얼음물을 사용하여 세정한 양파
L	K를 진공포장

가. 소요시간 및 온도상태

규명된 각 단계별로 소요시간과 식품온도를 timer와 표준온도계를 사용하여 측정하였다. 소요시간은 각 단계의 시작과 끝나는 지점에서 측정하였고 식품의 온도상태는 각 단계의 끝나는 시각에 측정하였다.

나. 미생물 검사

각 생산단계에서 채취한 시료와 생산단계별로 사용하는 기구, 작업자에 대하여 실시하였다. 각 단계에서의 시료는 약 20g씩 멸균처리된 1회용 위생팩에 채취하여 시료채취가 완전히 끝날 때까지 업체의 냉동실에 냉동보관 하였다가 드라이아이스를 채운 ice box에 담아 실험실로 운반하여 분석하였다. 운반 후 각 시료 200g에 80ml의 멸균한 phosphate buffer solution을 가하여 균질화 시키고, 미생물 분석에 사용된 배지와 기구 의 처리방법은 무균적으로 실시하였으며 각 시료는 멸균한 phosphate buffer solution을 희석액으로 준비하여 미생물 검사를 실시하였다.

㉠ 총균수

총균수의 측정은 plate count agar를 사용하여 35℃에서 48시간 배양한 후 300개내의 집락을 형성한 평판을 택하여 계산하였다.

㉡ 대장균군수

대장균군 수의 측정은 desoxycholate 유당 한천배지에 의한 정량법으로 desoxycholate agar를 사용하여 35℃에서 24시간 배양하여 대장균군 수를 계산하였다.

㉢ 기구 및 작업자

멸균한 swab을 미리 준비한 0.1% peptone water로 잘 적신후 기구와 작업자 손 등을 잘 swab하여 냉장 운반한 다음 미생물 검사를 실시하였다.

6. 작업장의 위생상태 및 조리종사자의 위생습관 평가

작업장의 위생상태와 작업종사자의 개인 위생 및 작업중의 위생습관 실태는 연구대상 식자재센터의 작업종사자와의 면담과 작업장의 관찰을 통해 실시하였고, 평가내용은 작업장의 환경, 시설 및 기구의 위생상태, 작업자의 개인위생과 식품취급습관 및 위생교육에 관한 내용이었다.

7. 작업장 배치도를 통한 위생상태 평가

작업장의 배치도를 조사하여 식품 보관창고와 세척장 등 식품취급장소를 살펴봄으로써 식품의 안전성에 영향을 줄 수 있는 물리적 위해요소를 평가하였다.

8. 미생물 검사를 통한 위생상태 평가

홍익영농을 방문하여 미생물 실험을 위한 시료를 채취하여 미생물 검사를 수회 실시하였다. 또한 식품이 급식소에 공급되어 입고, 조리에 사용될 때까지의 관리상태를 평가하기 위해 홍익영농에서 식재료를 납품하고 있는 심인고등학교(경북 대구 소재)에 입고된 식재료를 대상으로 미생물검사를 실시하였다.

가. 소요시간 및 온도 측정

식자재 생산을 위한 각 단계의 소요시간과 식품 처리 과정 중의 온도를 timer와 표준온도계를 사용하여 측정하였다. 소요시간은 생산 단계의 시작과 끝나는 지점에서 실시하고 온도는 각 생산단계가 끝나는 지점에서 식품의 중심온도를 측정하였다.

나. 미생물 검사

1) 음식

각 생산단계에서 채취한 시료와 생산단계별로 사용하는 기구, 작업자에 대하여 실시하였다. 각 단계에서의 시료는 약 20g씩을 채취하여 멸균 처리된 1회용 위생팩에 담아서 시료채취가 완전히 끝날 때까지 업체의 냉동실에 냉동보관 하였다가 드라이아이스를 채운 ice box에 담아 실험실로 운반하여 분석하였다. 운반 후 각 시료 20g에 180ml의 멸균한 phosphate buffer solution을 가하여 균질화 시킨 후 각 시료를 표준방법⁸⁻¹⁰⁾에 따라 실시하였다.

2)총균수(Total plate count) : 균질화된 시료를 10단계 희석법에 따라 희석하고

각 희석액을 멸균 petri dish 2매에 무균적으로 취하고 plate count agar(Difco)배지를 분주하여 $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 48시간 배양한 후 g당 집락수를 계산하였다.

3)대장균군 수(Coliforms) : 균질화된 시료를 10단계 희석법에 따라 희석하고 각 희석액을 멸균 petri dish 2매에 무균적으로 취하고 desoxycholate agar(Difco) 배지를 분주하여 $35\pm 1^{\circ}\text{C}$ 에서 24시간 배양한 후 g당 집락수를 계산하였다.

다. 기구 및 용기

각 생산 공정에 사용되는 칼, 작업대, cutting기, 탈수기 및 조리종사자의 손은 swab 방법을 이용하여 미생물 검사를 실시하였다.

1) Swab : 멸균한 swab을 미리 준비한 0.1% pepton water로 잘 적신 후 도마와 기기류는 100cm^2 , 칼과 조리종사자의 손은 12.4cm^2 의 면적을 잘 swab하여 1회용 petri dish에 넣어 얼음을 채운 ice box에 담아 실험실로 운반한 후 미생물 검사를 실시하였다.

9. 위해요인분석 및 통제관리 방법

각 생산공정별 소요시간, 온도상태 및 미생물 검사결과를 토대로 CCP 계통수를 활용, 중점관리점을 결정하였으며 HACCP에 근거한 제조공정의 관리기준을 마련하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 위생적 생산공정 정립을 위한 시뮬레이션 연구

1차 실험으로 전처리 식자재로서 가장 활용도가 높다고 사료되는 양배추, 양파, 감자, 무를 안성농협에서 구입하여 원재료의 총균수, 대장균군수를 분석한 결과는 표42와 같다. 표에서와 같이 육안으로 보기에도 신선한 조리단계를 거치지 않은 원재료를 대상으로 미생물 분석 실험을 실시한 결과 총균수는 10^6 이하, 대장균군수는 10^3 이하로 매우 양호한 수준으로 나타났으나 4가지 시료중 무와 양배추의 미생물 수가 다른 시료보다 높은 것을 알 수 있었다.

표42-1. 원재료의 총균수(생산지 농협)

	10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	MEAN
양배추	∞	∞	∞	∞	∞	∞	43	53	6	5	.	.	.	.	.	5.2×10^5
양파	95	102	11	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9.9×10^1
감자	104	101	10	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1×10^2
무	∞	∞	105	101	10	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4.36×10^4

표42-2. 원재료의 대장균군 수(생산지 농협)

	10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	MEAN
양배추	∞	∞	98	105	10	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.0×10^2
양파	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.5×10^1
감자	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.0×10^0
무	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5.5×10^1

2차 실험에서는 원재료를 대형 할인매장(분당 김스클럽)에서 같은 품목을 구입하여 미생물 상태를 분석한 결과는 표43과 같다. 1차 실험 결과와는 달리 총균수가 무와 양파가 각각 1.52×10^6 , 1.0×10^6 으로 수치가 높았고, 대장균군 수도 감자가 9.5×10^5 , 양파가 4×10^4 으로 나타나 위생상태가 좋지 않음을 알 수 있었다.

표43-1. 원재료의 총균수(대형 할인매장)

	10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		mean
양배추	∞	∞	58	92	9	11	.	.	.	.	8.7×10^5
양파	∞	∞	∞	∞	∞	∞	110	99	11	9	1.0×10^6
감자	∞	∞	∞	∞	108	49	5	10	2	1	1.0×10^5
무	∞	∞	∞	∞	∞	∞	166	125	15	17	1.52×10^6

표43-2. 원재료의 대장균군수(대형 할인매장)

	10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		mean
양배추	3	7	.	.	.	.	.	.	.	.	5×10 ¹
양파	11	12	2	.	2	.	.	.	.	.	4×10 ⁴
감자	∞	∞	82	88	8	12	2	.	.	.	9.5×10 ⁵
무	8	3	1	1	.	.	.	.	.	.	7.7×10 ²

3차 실험에서는 홍익영농에서 실시하였던 식자재 전처리 생산공정을 실험실적 조건에서 미생물 분석 실험을 확인한 결과는 표44와 같이 양배추의 총균수는 원재료와 트리밍 단계에서 기준한계를 초과한 ∞, 1.0×10⁶ 으로 나타났고 대장균군수는 세척 단계를 제외한 모든 단계에서 한계허용치를 모두 초과해 오염정도가 심각했다.

양파는 원재료와 박피 단계를 제외한 모든 단계에서 총균수의 수치가 모두 무한대로 극심한 오염을 나타냈고 대장균군수는 원재료와 박피 단계에서 허용치를 초과하였다. 감자도 원재료와 박피 단계, 포장한 후 실온에서 4시간 방치한 시료의 총균수 수치가 높게 나타났으며 대장균군 수의 경우 세척과 포장단계를 제외한 나머지 단계에서 미생물 수치가 높게 나타났다. 당근 총균수의 경우 세척, 절단, 실온 보관단계에서 심각한 오염을 나타냈고 대장균군수는 원재료와 실온 보관단계에서 수치가 높게 나타났다.

● 모의 생산 공정:

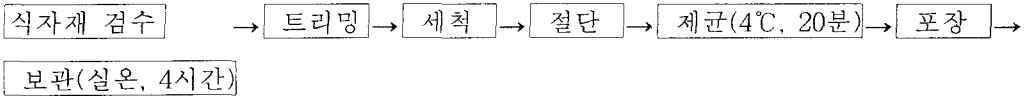


표44-1. 모의실험에 의한 총균수

		10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		MEAN
양배추	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	110	109	9	10	1.0×10 ^b
	3	∞	∞	∞	∞	102	107	12	10	·	·	1.0×10 ^b
	4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	65	66	8	6	6.7×10 ^b
	5	∞	∞	∞	∞	153	161	16	15	1	·	1.0×10 ^b
	6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	42	52	4	4	4.3×10 ^b
	7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	65	67	7	5	6.3×10 ^b
양파	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	48	46	5	5	4.8×10 ^b
	2	∞	∞	∞	∞	25	21	2	3	·	·	2.4×10 ⁴
	3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	5	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	6	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
감자	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	56	51	5.3×10 ^b
	2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	153	145	16	18	1.6×10 ^b
	3	∞	∞	∞	∞	133	100	14	12	1	·	9.9×10 ⁴
	4	∞	∞	137	133	14	15	1	2	·	·	1.4×10 ⁴
	5	∞	∞	∞	∞	174	177	19	17	2	2	1.8×10 ^b
	6	∞	∞	∞	∞	153	157	20	18	1	·	1.3×10 ^b
	7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	151	145	15	17	1.5×10 ^b
당근	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	58	50	6	5	5.4×10 ^b
	2	∞	∞	∞	∞	83	89	10	9	·	·	9.0×10 ⁴
	3	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	4	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	12	14	1.3×10 ^b
	5	∞	∞	∞	∞	75	70	8	8	·	·	7.6×10 ⁴
	6	∞	∞	∞	∞	153	157	18	17	2	·	1.4×10 ^b
	7	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	28	26	2.7×10 ^b

표44-2. 모의실험에 의한 대장균군 수

		10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		MEAN
양배추	1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	28	30	3	3	2.9×10 ³
	2	∞	∞	∞	∞	63	62	6	4	·	·	5.6×10 ⁴
	3	88	100	8	11	·	·	·	·	·	·	9.4×10 ¹
	4	∞	∞	100	120	11	10	1	2	·	·	7.2×10 ⁴
	5	∞	∞	40	38	3	3	·	·	·	·	3.4×10 ³
	6	∞	∞	∞	∞	49	52	5	5	·	·	5.0×10 ⁴
	7	∞	∞	∞	∞	100	98	11	12	·	·	1.0×10 ⁵
양파	1	∞	∞	∞	∞	25	23	2	3	·	·	2.4×10 ⁴
	2	∞	∞	35	30	4	3	·	·	·	·	3.4×10 ³
	3	8	8	·	·	·	·	·	·	·	·	8.0×10 ¹
	4	14	12	2	3	·	·	·	·	·	·	1.9×10 ²
	5	7	9	1	1	·	·	·	·	·	·	9.0×10 ¹
	6	5	6	1	1	·	·	·	·	·	·	7.7×10 ¹
	7	34	30	3	4	·	·	·	·	·	·	3.3×10 ²
감자	1	∞	∞	200	208	19	21	2	1	·	·	1.8×10 ⁴
	2	∞	∞	∞	∞	120	108	11	11	·	·	1.1×10 ⁵
	3	∞	∞	10	12	1	·	·	·	·	·	8.0×10 ²
	4	101	112	10	12	1	1	·	·	·	·	1.0×10 ³
	5	∞	∞	17	10	2	·	·	·	·	·	1.1×10 ⁵
	6	70	66	6	6	·	·	·	·	·	·	6.4×10 ¹
	7	∞	∞	68	75	7	8	·	·	·	·	7.3×10 ³
당근	1	98	100	10	11	·	·	·	·	·	·	1.0×10 ³
	2	42	43	4	3	·	·	·	·	·	·	3.8×10 ²
	3	11	18	1	·	·	·	·	·	·	·	1.2×10 ²
	4	18	15	2	2	·	·	·	·	·	·	1.8×10 ²
	5	16	18	·	·	·	·	·	·	·	·	1.7×10 ¹
	6	18	20	1	3	·	·	·	·	·	·	1.0×10 ²
	7	∞	∞	69	65	7	7	·	·	·	·	6.8×10 ³

2. 홍익풀누리 식자재 센터를 대상으로 한 전처리 야채류의 생산공정별 미생물 분석

1차 실험은 홍익풀누리 식자재 센터(경북 경산 소재)에서 다음과 같이 단계를 나누어 소요시간 및 온도상태를 조사한 결과는 표45와 같다.

표45. 식자재센터 단계별 소요시간 및 온도상태 조사

		시간	온도
A 양파	원재료	·	5
	박피	13분 10초	3
	세정	2분 2초	16
	절단	6분 48초	9
	탈수	1분 56초	14
	포장	·	20
B 대파	원재료	·	15
	박피	13분 38초	20
	세정	6분 02초	19
	절단	5분 45초	14
	탈수	1분 29초	15
	포장	·	22
C 호박	절단(1)	1분 50초	10
	절단(3)	3분 12초	12
	탈수	1분 32초	5
	포장	·	10
D 부추	원재료	·	·
	박피	·	·
	세정	13분 25초	3
	절단	4분 19초	8
	탈수	1분 23초	15
	포장	·	17

단계별 원료의 대장균 과 총균수는 표46, 47과 같다. 대장균군 수는 양파의 원재료와 박피 단계에서 기준치를 초과하였으나 세척단계에서 하나도 검출되지 않았다. 얼음물에 세정한 양파와 얼음물 세정 후 진공포장된 양파에서는 균이 하나도 검출되지 않아 위생적인 것으로 판명되었다. 대파의 원재료와 박피 단계에서 알수 없는 균들이 증식하여 측정이 불가능했으나 세척단계에서 균수가 감소하였고 절단횟수 증가시 균수의 증가 경향을 알 수 있었다. 호박은 절단 횟수 증가와 공정단계가 증가함에 따라 균수가 증가함을 알 수 있었고 부추는 얼음물 세정단계를 거치지 않고 진공포장된 부추는 균수가 한계허용치를 초과하였다. 조리원손, 칼, 작업대, 절단기는 모두 기준치를 초과하여 오염이 심각하였다.

표46. 홍익영농 식자재 센터의 생산공정 및 대상에 대해 실시한 대장균군수 결과

		10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		MEAN
A(양파)	원재료	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	박피	∞	∞	243	212	24	25	2	4	.	.	2.6×10 ⁴
	세척	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	절단(1)	23	25	2	2	.	.	.	.	.	.	2.2×10 ¹
	절단(3)	30	34	4	5	.	.	.	.	.	.	3.9×10 ¹
	탈수	110	104	10	11	1	.	.	.	.	.	8.7×10 ²
	포장(12hr 후)	43	48	5	4	.	.	.	.	.	.	4.5×10 ²
B(대파)	원재료	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?
	박피	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	?
	세척	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.0×10 ¹
	절단(1)	67	63	5	6	.	.	.	.	.	.	6.0×10 ²
	절단(3)	146	123	11	16	1	2	.	.	.	.	1.4×10 ³
	탈수	253	212	24	23	3	3	.	.	.	.	2.6×10 ²
	포장	147	184	14	19	1	.	.	.	.	.	6.0×10 ¹
C(호박)	절단(1)	19	20	2	1	.	.	.	.	.	.	1.7×10 ²
	절단(3)	121	123	10	12	.	.	.	.	.	.	1.2×10 ³
	탈수	197	203	16	9	1	2	.	.	.	.	1.6×10 ³
	포장	129	140	15	17	1	1	.	.	.	.	1.9×10 ³
D	손	24	23	1	2	.	.	.	.	.	.	1.9×10 ²
E	절단기(벨트)	11	15	2	2	.	.	.	.	.	.	1.7×10 ²
F	절단기(칼날)	∞	∞	32	35	4	5	.	.	.	.	3.9×10 ³
G	절단기(벽면)	101	94	9	8	.	.	.	.	.	.	9.1×10 ²
H	작업대	∞	∞	125	110	12	14	1	1	.	.	1.2×10 ³
I	박피시 손	15	20	3	1	.	.	.	.	.	.	1.9×10 ²
J	박피시 칼	10	12	2	1	.	.	.	.	.	.	1.3×10 ²
K	얼음물 세정 양파	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
L	K 진공포장	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
M	진공포장 부추	∞	∞	∞	∞	∞	∞	75	87	8	8	8.1×10 ⁵

총균수는 양파가 모든 단계에서 기준범위에는 속해있었으며 박피 단계에서 미생물의 증식이 커졌고 절단 회수 증가에 따라 균수의 증가경향을 보였다. 또한 탈수시 균수가 증가하였다. 얼음물에 세정한 양파와 얼음물 세정 후 진공 포장된 양파는 기준 범위 내에 속해있어 양호한 것으로 나타났다. 대파는 세척단계를 제외한 모든 단계에서 모두 한계 허용치를 초과하여 오염이 심각함을 알 수 있다. 호박은 절단 횟수 증가에 따라 균수가 증가하였고 탈수시 미생물 증식이 심각하였다. 부추는 얼음물 세정 단계를 거치지 않고 진공 포장된 부추는 오염이 심각한 것으로 나타났다. 조리원손, 칼, 작업대, 절단기는 모두 기준치를 초과하여 오염이 심각하였다.

표47. 홍익영농 식자재 센터의 생산공정 및 대상에 대해 실시한 대장균군수 결과

		10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		MEAN
A(양파)	원재료	25	27	3	3	.	.	.	.	.	.	2.8×10 ²
	박피	∞	∞	∞	∞	80	83	9	10	.	.	8.8×10 ⁴
	세척	∞	∞	329	306	34	32	2	3	.	.	3.0×10 ⁴
	절단(1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	23	30	1	3	2.3×10 ³
	절단(3)	∞	∞	∞	∞	296	290	28	30	3	4	3.1×10 ³
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	58	62	5	6	5.8×10 ³
	포장(12hr 후)	∞	∞	∞	∞	120	127	12	12	.	.	1.2×10 ³
B(대파)	원재료	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	144	151	1.5×10 ⁷
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	197	155	1.8×10 ⁷
	세척	∞	∞	∞	∞	∞	∞	76	80	8	8	7.9×10 ³
	절단(1)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	303	307	3.1×10 ⁷
	절단(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	포장	∞	∞	∞	∞	∞	∞	68	73	10	8	8.0×10 ³
C(호박)	절단(1)	∞	∞	∞	∞	116	139	12	14	1	.	5.8×10 ³
	절단(3)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	포장	129	140	15	17	1	1	.	.	.	.	1.9×10 ³
D	손	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
E	절단기(벨트)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
F	절단기(칼날)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
G	절단기(벽면)	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
H	작업대	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
I	박피시 손	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
J	박피시 칼	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
K	얼음물 세정 양파	175	172	18	16	2	2	.	.	.	.	1.8×10 ³
L	K 진공포장	195	204	19	18	2	1	.	.	.	.	1.8×10 ³
M	진공포장 부추	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

2차 실험에서 양파의 대장균군수는 포장단계에서 그 기준치를 초과하여 비위생적으로 나타났고, 대파는 오염이 심각한 것으로 나타났으며 특히 탈수단계에서 오염정도가 극심하였다. 호박은 원재료와 세척단계를 제외한 박피, 절단, 탈수, 포장, 포장 후 12시간 보관한 단계에서 기준치를 초과하여 오염이 극심한 것으로 나타났다. 부추도 모든 단계에서 기준치를 훨씬 넘게 초과하여 오염이 심각한 것으로 나타났다.

조리원손, 칼, 작업대, 절단기에서도 모두 기준치를 초과하여 오염이 극심한 것으로 나타나 시정조치가 요구되었다.

표48. 식자재센터 단계별 소요시간 및 온도상태 조사(2차실험)

		시간	온도		
A 부 추	원재료	.	10	16	14
	박피	10분 46초	14	16	10
	세척	12분 52초	23	24	21
	절단	5분 32초	18	21	15
	탈수	1분 14초	22	20	20
	포장	.	20	21	20
B 대 파	원재료	.	19	9	17
	박피	16분 52초	23	17	14
	세척	11분 02초	21	19	21
	절단	6분 43초	22	22	22
	탈수	1분 31초	22	23	20
	포장	.	23	22	22
C 양 파	원재료	.	4	5	6
	박피	8분 23초	13	15	14
	세척	3분 14초	16	17	17
	절단	4분 23초	11	10	14
	탈수	2분 03초	23	22	19
	포장	.	16	17	16
D 호 박	원재료	.	4	2	4
	박피	.	.	.	.
	세척	2분 10초	15	8	14
	절단	1분 41초	13	19	19
	탈수	1분 34초	21	19	19
	포장	.	20	21	20

총균수는 양파가 박피 단계와 포장 후 12시간 보관한 단계에서 미생물 수치가 증가하는 경향을 보였으며, 대파는 모든 단계에서 기준치를 초과하여 극심한 오염정도를 나타냈으며 특히 절단, 탈수 단계에서 미생물 증식이 심각했다. 호박은 탈수, 포장, 포장 후 12시간 보관한 단계에서 기준치를 초과하였다. 부추도 모든 단계에서 기준치를 훨씬 넘게 초과하여 오염이 심각한 것으로 나타났다.

조리원손, 칼, 작업대, 절단기 모든 단계에서 기준치를 초과하여 오염이 극심한 것으로 나타나 시정조치가 요구되었다.

표49. 식자재 센터의 생산공정 및 대상에 대해 실시한 대장균군수(2차실험)

		10 ¹		10 ²		10 ³		10 ⁴		10 ⁵		MEAN
A 부추	원재료	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	45	20	3.3*10 ⁶
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	∞	44	46	7	5	5.3*10 ⁵
	세척	∞	∞	∞	∞	349	291	49	48	3	4	3.9*10 ⁵
	절단	∞	∞	∞	∞	∞	∞	53	71	5	9	6.6*10 ⁵
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	146	123	20	16	1.6*10 ⁶
	포장	∞	∞	∞	∞	∞	∞	41	43	3	3	3.6*10 ⁵
	포장후 12hr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	79	76	7	8	7.6*10 ⁵
B 대파	원재료	∞	∞	∞	∞	∞	∞	120	113	38	20	2.0*10 ⁶
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	∞	29	33	3	6	3.8*10 ⁵
	세척	∞	∞	∞	∞	20	11	2	1	·	·	1.5*10 ⁴
	절단	∞	∞	∞	∞	∞	∞	30	30	2	2	2.5*10 ⁵
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	포장	∞	∞	∞	∞	272	149	18	21	2	4	2.4*10 ⁵
	포장후 12hr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	63	53	7	8	6.7*10 ⁵
C 양파	원재료	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
	박피	8	2	1	·	·	·	·	·	·	·	5.0*10 ⁴
	세척	3	2	·	·	·	·	·	·	·	·	2.5*10 ⁴
	절단	31	33	6	5	·	·	·	·	·	·	4.3*10 ²
	탈수	19	26	8	7	1	2	·	·	·	·	8.3*10 ²
	포장	28	25	14	5	2	2	1	·	·	·	1.3*10 ⁴
	포장후 12hr	50	52	6	7	1	·	·	·	·	·	5.5*10 ²
D 호박	원재료	52	104	7	8	·	·	·	·	·	·	7.6*10 ²
	박피	23	20	13	7	2	2	·	·	·	·	1.1*10 ³
	세척	3	3	1	·	·	·	·	·	·	·	4.0*10 ¹
	절단	51	49	17	14	2	1	·	·	·	·	1.2*10 ³
	탈수	73	76	33	35	3	6	·	·	·	·	2.8*10 ³
	포장	83	65	19	21	3	3					1.9*10 ³
	포장후 12hr	107	108	16	13	2	1	·	·	·	·	1.3*10 ³
가	박피시 손	∞	∞	137	136	19	27	2	1	·	·	1.7*10 ⁴
나	박피시 칼	∞	∞	56	48	5	5	·	·	·	·	5.1*10 ³
다	절단기 벨트	32	30	5	4	·	·	·	·	·	·	3.8*10 ²
라	절단기 칼날	48	20	14	2	1	·	·	·	·	·	3.9*10 ²
마	절단시 손	∞	∞	96	110	23	10	4	5	·	·	2.4*10 ⁴
바	탈수기 벽면	∞	∞	∞	∞	61	58	8	6	1	·	6.0*10 ⁴

표50. 식자재 센타의 생산공정 및 대상에 대해 실시한 총균수 결과(2차 실험)

		10 ^t	10 ^z	10 ^s	10 ⁴	10 ^y	10 ^b	10 ^v	10 ⁸	10 ^y	10 ¹⁰	MEAN		
A 부추	원재료	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	86 54	5 8	· · · · ·	6.8*10 ^v
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	48	61	5 6	· · · · ·	5.5*10 ^b	
	세정	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	44	60	4 1	· · · · ·	3.8*10 ^b	
	절단	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	47	42	4 5	· · · · ·	4.5*10 ^b	
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	61	55	5 5	4 1	· · · · ·	6.9*10 ^b
	포장	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	49	62	5 7	1 1	· · · · ·	7.2*10 ^b
포장후12hr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	67	55	7 7	1 1	· · · · ·	7.7*10 ^b	
B 다피	원재료	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	156	182	19 26	3 4	· · · · ·	2.5*10 ^v
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	44	35	6 2	1 1	· · · · ·	5.9*10 ^b
	세정	∞	∞	∞	∞	∞	190	217	29	24	2 2	· · · · ·	2.2*10 ^b	
	절단	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	포장	∞	∞	∞	∞	∞	139	135	34	20	1 · ·	· · · · ·	1.5*10 ^b	
포장후12hr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
C 양파	원재료	29	22	2 6	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	3.3*10 ^z	
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	17	33	2 3	· · · · ·	2.5*10 ^b	
	세정	123	110	14 11	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	1.2*10 ^s	
	절단	∞	∞	∞	∞	184 245	11 35	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	2.2*10 ⁴	
	탈수	∞	∞	∞	∞	257 203	20 21	14 2	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	2.0*10 ⁴	
	포장	∞	∞	∞	∞	82 98	21 69	10 9	1 1	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	6.8*10 ^b	
포장후12hr	∞	∞	∞	∞	∞	102	154 13	11 3	2 · ·	· · · · ·	· · · · ·	1.7*10 ^b		
D 호박	원재료	∞	∞	∞	∞	11 51	5 5	4 5	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	5.8*10 ⁴	
	박피	∞	∞	∞	∞	∞	52	26 7	5 · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	4.9*10 ^b	
	세정	142	∞	26 44	6 14	5 4	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	1.5*10 ⁴		
	절단	∞	∞	∞	∞	41 47	28 35	1 6	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	2.4*10 ^b	
	탈수	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	
	포장	∞	∞	∞	∞	∞	18	29 19	13 6	6 · ·	· · · · ·	· · · · ·	2.6*10 ^b	
포장후12hr	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	22 13	2 5	2.6*10 ^y
기	박피시 손	∞	∞	∞	∞	94 97	24 29	2 3	1 1	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	2.0*10 ^b	
니	박피시 칼	∞	∞	∞	∞	∞	71	65 7	7 · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	6.9*10 ^b	
디	절단기 벨트	∞	∞	∞	∞	75 96	9 11	1 · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	7.8*10 ⁴	
리	절단기 칼날	∞	∞	∞	∞	∞	81	59 4	7 1	· · · · ·	· · · · ·	· · · · ·	5.8*10 ^b	
미	절단시 손	∞	∞	∞	∞	∞	76	75 3	8 4	1 · ·	· · · · ·	· · · · ·	1.7*10 ^b	
비	탈수기 벽면	∞	∞	∞	∞	∞	176	130 19	24 2	1 · ·	· · · · ·	· · · · ·	1.7*10 ^b	

3. 작업장의 위생상태 평가

Fig. 1에 제시한 작업장의 배치도를 살펴보면 작업구역의 구분이 명확하지 않으며 작업 동선의 교차가 빈번함으로 조리 종사자들이 부딪히는 사례가 많았으며, 교차오염을 방지할 수 있는 구획관리 시스템의 확충이 필요한 상태였고, 식품 원재료 및 기구류를 세척할 수 있는 충분한 세척설비가 비치되어 있지 않아 세정대에서 칼, 도마, 찬통 등 용기세척까지 다용도로 사용하여 부주의할 경우 오염발생 가능성이 매우 높았다. 주방내의 조명과 방충시설도 미비했고, 환기와 통풍에 충분한 창과 환기시설이 구비되어 있지 않았다.

또한 주방 내에서 손 세척을 한 후 건조를 위한 핸드 드라이어나 개인 타월 등의 개인 위생 소독 설비는 전무한 상태여서 미생물 오염 발생 가능성이 높았다. 게다가 작업장과 냉장고와의 거리가 너무 멀었으며, 작업장에서 냉장고까지의 바닥에 흙, 먼지에 관한 관리가 이루어지지 않고 있었다.

잔반과 쓰레기를 처리할 수 있는 쓰레기통이 재료의 전처리와 후처리가 이루어지는 준비대와 가깝게 배치되어 있으며, 잔반을 바닥에 마구 두어 공기를 통한 미생물의 오염이 우려되었으며, 식품의 적온관리를 위한 설비로 냉·온방 시설이 갖추어져 있지 않아 미생물의 증식이 우려되었다. 따라서 식자재의 안전관리에 필요한 물리적인 요소에 대한 설비 및 관리가 절실히 요구된다.

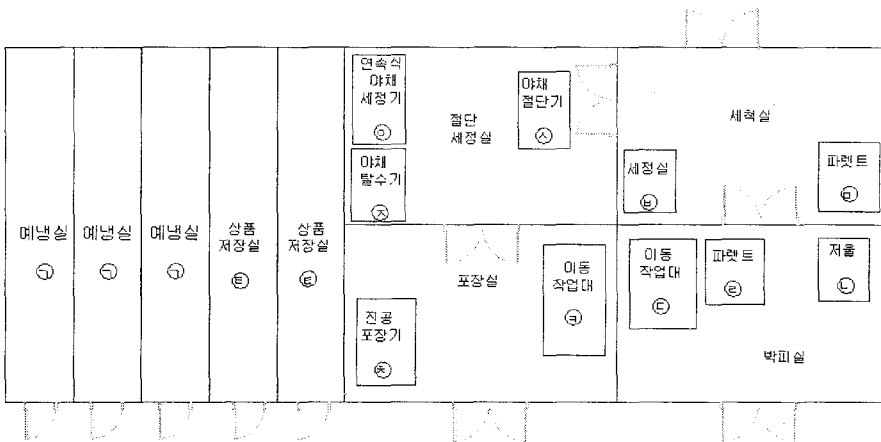


그림 5

Fig. 1. Layout of production room

4. 작업장 및 조리 종사자들의 위생상태 평가

조리 종사자의 위생상태, 위생습관 및 위생지식은 작업복이 없이 평상복에 앞치마를 두르고 작업을 하였으며 머리 수건 및 작업용 신발 등을 착용하지 않았고 작업 전, 용변 후, 작업구역 이동 후, 작업변경시 손 세척에 전혀 신경을 쓰지 않았으며, 정기건강검진과 위생교육을 받지 않은 것으로 나타나 이에 대한 조치가 시급하였다.

각 생산단계별 미생물 분석은 원재료에서 박피 후 미생물의 수가 줄어드는 것을 알 수 있었는데 이것은 원재료의 겉에 있는 껍질을 벗겨냈기 때문으로 보인다. 세정단계에서 균이 현저하게 감소하였는데 이는 1차 년도 때와는 달리 일반음용수로 세정을 하지 않고 알칼리 이온수를 사용하였으며 알칼리 이온수를 이용한 세정 과정이 미생물 증식 억제에 좋은 영향을 준다는 것을 알 수 있었다.

1) 작업상의 위생상태

원재료는 출고된 당일 입고되어 작업에 들어가는 것을 원칙으로 하고 있었다. 원재료의 입고를 관리하는 전문적인 담당자가 따로 없이 직원들이 돌아가면서 하고 있어서 좀 더 철저한 관리가 필요했다.

2) 생산공정

조리하거나 살균하는 공정이 없기 때문에 균을 없애는 과정은 사실상 없다고 보여진다. 포장 시에 사용하는 비닐봉지는 일반제품으로 이 과정에서 교차오염이 일어날 위험성이 있었다. 작업이 끝난 재료는 냉장고에서 12시간 가량 보관된 뒤 출고되는데, 냉장고에 보관상태가 위생적으로 이뤄지지 않아 시정이 요구되었다. 또한 냉장고문을 자주 열었다 닫았다 하였기 때문에 0~4℃가 지속적으로 유지되지 못할 것으로 추정되었다.

3) 생산기기의 디자인

생산기기의 디자인은 생산에 적합하게 주문제작된 제품이었으나 다지거나 썰거나 하는 때에 사용되는 기기의 경우 벨트 사이사이에 재료가 박히거나 끼어 세척이 자주 되지 않는 어려움이 발생하였다. 따라서 벨트의 무늬나 재료를 바꾸어 제작할 필요가 있었으며 가공시 상승하는 온도를 조절할 수 있는 온도 및 시간 관리 기능이 장착되도록 보완할 필요가 있었다.

4) 포장

포장시 작업자는 손에 위생 장갑을 착용하지 않고 일하였으며 포장은 커다란 공업용 비닐 봉지에 집어넣고 위를 묶는 식으로 행하고 있었다. 포장지에는 냉장

을 요구한다는 표시가 필요한데도 불구하고 어느 것에도 표시되지 않은 채 포장되고 있었다. 포장 재료는 부주의로 찢겨질 수도 있는 비닐로서 미생물의 오염을 방지하기에는 부적합하였다. 또 개봉이 용이하여 운반 도중 누구나 개봉할 수 있었으며, 완전히 밀봉되지 않았기 때문에 미생물에 의한 재 오염 가능성이 매우 높았다.

5. 생산공정별 식재료의 미생물적 품질평가

식재료의 미생물적 품질에 영향을 미칠 수 있는 중점관리점의 규명을 위해 식재료가 입고 된 당시부터 출고단계까지 전 생산과정을 통하여 미생물 검사를 실시하였다.

(1) 1 단계 실험

식자재 생산공정은 원재료의 입고부터 시작되었으며 결과는 Table 1에 제시하였다. 또한 이 단계에서는 완성된 전처리 야채가 보관된 후 출고되어 납품할 급식소에 입고 되었을 때 전처리 야채류의 미생물적 품질에 대한 것도 분석하였다.

o Vegetable samples and other samples for microbiological assay according to process flow chart

samples	process flow chart
potato	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)
carrot	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)→distributing to foodservice organization
onion	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)→distributing to foodservice organization
turnip	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)
working table	-
worker's hands	-
cutting knife	-

(2) 2 단계 실험

1 단계 실험과 동일한 미생물실험을 실시하였으며 여기에 부가하여 전처리 과정이 완성된 식재료가 출고된 이후 물류센터에 배송되어 납품업자에게 배분되기 직전까지의 식재료에 대한 미생물 검사도 실시하였다.

◦ Vegetable samples and other samples for microbiological assay according to process flow chart

samples	process flow chart
potato	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)→packaging→distributing to warehouse
carrot	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)→packaging→distributing to warehouse
onion	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)→packaging→distributing to warehouse
turnip	receiving→peeling→cleaning→storing(12hrs.)→packaging→distributing to warehouse
working table	-
worker's hands	-
cutting knife	-

6. 식재료

(1) 온도

작업장내 실내온도가 16~20℃로써 높았으며 이러한 온도범위는 세균성 식중독의 원인균인 증온균 번식에 적합한 온도이다. 게다가 실내에 냉방장치가 없어 외부 기온이 상승함에 따라 실내온도가 상승되어서 미생물 오염에 대해 거의 무방비 상태에서 작업이 이루어졌다. 1 단계와 2 단계 실험과정 모두에서 작업이 진행됨에 따라 재료의 온도가 상승하였다. 다만 박피시에는 물을 틀어놓고 작업을 하였으므로 이로 인한 온도의 하강을 보였다. 작업이 진행 중 일 때에 작업이 완료된 식재료는 실온에 그대로 방치되어 있었으며 이것으로 인해 미생물의 증식이 우려되었다.

Table 51. Measurement of food temperature in phases of process flow chart

	carrot		onion		turnip		potato		room	
	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2
Receiving	5	15	10	14	1	12	12	-1		
Peeling	11	13	7	13	4	9	17	5		
Cleaning	16	18	9	14	11	17	16	17		
Packaging	- ^{a)}	18	-	19	-	17	-	19		
Issuing	-4	19	-3	19	1	17	-4	14	16	20
Distributing										
to	-	16	13	19	11	18	-	17		
warehouse										

a) not attained

(2) 총균수

전처리 식재료의 총균수 범위는 $3.3 \times 10^2 \sim 1.5 \times 10^6$ CFU/g 으로 종류에 따라 큰 차이를 보였으나, Solberg¹¹⁾ 등이 제시한 조리하지 않은 식품의 안전기준치가 총균수 10^6 이하인 것과 비교하면 감자를 제외하고 모두 안전기준치를 만족하는 수준이었다. 감자의 총균수가 매우 높았던 것은 감자를 오래동안 냉동보관 되어 있던 것이어서 원재료의 품질자체가 좋지 않았기 때문으로 보인다.

박피 후 당근, 양파, 무에서 총균수가 감소하였으나 포장, 출고, 입고단계를 거치면서 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 박피 후 미생물수의 감소를 보인것은 껍질에 묻어있는 흙이나 오물에 의한 오염원이 사라졌기 때문으로 보이며 세정 후 현저하게 감소한 것으로 나타났다. 일반적으로 세정과정을 거치면서 미생물 수가 어느 정도 감소하는 현상을 보이기는 하나 본 연구에서 총균수의 감소가 더욱 현저하게 나타났다. 그 이유로는 세정수로써 일반음용수 대신 알칼리 이온수를 사용한 것이 원인이었던 것으로 보이며 대장균군 수에서 이러한 효과는 더욱 현저하였다.

Table 52. Total plate count at various phases in production flow chart

unit : CFU/g

	carrot		onion		turnip		potato	
	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2
Receiving	1.5×10^7	6.9×10^6	1.6×10^6	3.9×10^7	∞	∞	7.9×10^4	∞
Peeling	1.5×10^6	4.0×10^6	4.4×10^4	4.8×10^2	1.8×10^6	4.3×10^7	1.2×10^1 ₂	∞
Cleaning	2.4×10^2	6.3×10^3	9.1×10^3	3.3×10^2	2.7×10^6	5.0×10^2	∞	∞
Packaging	- ^{a)}	7.5×10^6	-	9.0×10^2	-	8.8×10^3	-	∞
Issuing	7.6×10^2	5.4×10^1 ₁	2.1×10^4	5.3×10^3	∞	5.5×10^3	∞	∞
Distributing to warehouse	-	1.2×10^1 ₂	∞	∞	∞	3.4×10^3	-	∞

a) not attained

(3) 대장균 수

대장균 수는 $0.5 \times 10^1 \sim 2.6 \times 10^3$ CFU/g으로 종류에 따라 큰 차이를 보이지는 않았다. 조리하지 않은 식품에 대한 대장균수의 안전기준치는 10^3 이하로 제시되어 있는데 2단계 실험에서 양과 원재료에서 기준치를 초과한 것을 제외하고는 모두 기준치를 만족하는 것으로 나타났다. 대장균도 총균과 마찬가지로 박피와 세정단계에서 균의 감소를 나타내고 있었으며 이러한 대장균수의 감소 경향은 총균수의 변화와 일치하고 있었고 알칼리 이온수의 사용에 의해 더욱 극대화 된 것으로 보인다.

Table 53. Coliforms at various phases in production flow chart

unit : CFU/g

	carrot		onion		turnip		potato	
	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2
Receiving	5.1×10^2	1×10^1	3.1×10^2	1.3×10^5	2.6×10^3	1.1×10^2	- ^{a)}	ND
Peeling	- ^{a)}	1×10^1	6.5×10^1	6.0×10^2	1.2×10^2	4.3×10^1	1.1×10^3	ND
Cleaning	ND ^{b)}	ND	2.5×10^1	ND	1.0×10^1	2×10^1	4.0×10^1	ND
Packaging	- ^{a)}	3.3×10^1	-	ND	-	ND	-	ND
Issuing	ND	6.5×10^1	6.8×10^1	ND	1.0×10^2	5.8×10^1	1.2×10^3	ND
Distributing to warehouse	-	1.5×10^1	5.5×10^2	1×10^1	5.5×10^2	2×10^1	-	0.5×10^1

a) not attained
b) not detected

7. 기구 및 용기

(1) 총균수 및 대장균군 수

Harrigan과 McCance¹²⁾가 기구와 용기에 대한 미생물 기준을 제시하였는데 총균수는 100cm²당 500미만일 때 만족할 만한 수준이고, 500~2,500일 때는 조치가 필요하여, 2,500이상일 때는 즉각적인 조치를 강구하여야 한다고 하였다. 또 대장균군 수는 100cm² 당 10이하가 되어야 하며, 하나도 분리되지 않아야 양호한 수준이라고 하였다. 이것과 비교해볼 때 총균수와 대장균군수 모두 조치가 필요한 상태였다.

Table 54. Total plate count and coliforms evaluation of worker, food containers, and equipment

	worker's hands		cutting knife		working table	
	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2	exp 1	exp 2
TPC(CFU/g)	2.3×10^4	4.6×10^2	5.4×10^2	3.1×10^2	2.1×10^3	1.5×10^4
Coliforms(CFU/g)	6.6×10^4	2.2×10^4	1.3×10^3	7.3×10^4	5.9×10^4	9.0×10^3

8. HACCP decision tree를 이용한 CCP 결정

위의 실험을 통하여 위해요인을 분석하고 Decision tree를 이용하여 CCP를 결정하였으며 그 결과는 표55와 같다.

Table 55. Critical control point by microbiological measurement at various phases in food processing flow chart

Steps	Potential Hazard	Critical Control Point
Raw ingredients	<ul style="list-style-type: none"> Decomposition of raw ingredients Inadequate temperature at delivery Inadequate packaging at delivery 	CCP
Peeling	<ul style="list-style-type: none"> Cross-contamination by worker's hands Cross-contamination by cutting knife 	CCP
Cleaning	<ul style="list-style-type: none"> Contamination of cleaning water 	
Packaging	<ul style="list-style-type: none"> Improper packaging materials Longer holding after packaging 	CCP
Holding(Issuing)	<ul style="list-style-type: none"> Contaminated floor Improper refrigerating temperature 	CCP
Distributing to warehouse	<ul style="list-style-type: none"> Longer distribution time Improper temperature of delivery van 	CCP

9. 전처리 식자재의 납품업소에서의 미생물 검사

심인 고등학교는 경상북도 대구시에 위치하고 있는 고등학교로서 이 곳에서 시료를 채취하고 미생물 검사를 실시한 이유는 전처리 공장에서 출고된 야채류가 소비 될 때까지 얼마나 안전한가의 여부를 알아보기 위해 실시하였다. 4시에 출고되는 냉동유통차량과 함께 물류센터를 거쳐 심인 고등학교에 입고되는 시간까지는 총 4시간이 걸렸다. 어묵잡채를 선택하여 시료를 채취한 것은 그날 전처리 공장에서 들여온 양파와 당근을 이 메뉴에서 사용하고 있었으며, 잡채의 경우 썰기와 보관의 단계를 많이 거치기 때문에 미생물의 보기 쉽기 때문이다.

(1) 소요시간

양파, 어묵, 당근, 피망 모두 세척과 볶기에 비해 썰기에서 많은 시간이 걸렸다. 특히 모든 단체급식업소에서 그렇듯이 야채를 썰어 놓은 후 다른 일을 하는 시간이 길어져 보관 단계가 늘어나고 있었다. 따라서 이에 따른 교차위험의 여지가 보인다.

Table 56. Measurement of time in various phases in production flow cart

	Onion	Boiled fish paste	Carrot	Chinese noodles	Green pepper	Mixing	Serving
Cleaning	3' 50"	-	2' 55"	-	1' 50"		
Cutting	16' 7"	44' 59"	6' 6"	7' 54" *	23' 26"	3' 12"	1' 10"
Frying in oil	8' 59"	9' 17"	2' 32"	6' 17"	3' 00"		

* boiling instead of cutting

(2) 온도

온도가 많이 높았으며, 이로 인해 작업과정이 진행될수록 재료의 온도가 높아졌다.

Table 57. Measurement of temperature in various phases in production flow

	Onion	Boiled fish paste	Carrot	Chinese noodles	Green pepper	Mixing	Serving	Room temp.
Raw ingredients	13	8	8	18	12			
Cleaning	13	8	11	-	14	48	33	18
Cutting	14	64	13	30*	15			
Frying in oil	67	8	60	39	50			

* boiling instead of cutting

(3) 총균수

볶기 전 과정까지 기준치인 10^6 을 초과하였으나, 고온에서 기름에 볶은 후 균의 수가 현저하게 감소하였고, 배식 때까지 허가 기준치인 10^6 이하의 수준을 나타내었다. 양파는 껍질에도 많이 상해보이고 싱싱하지 못한 것으로 보였다.

Table 58. Total plate count at various phases in production flow

unit : CFU/g

	Onion	Boiled fish paste	Carrot	Chinese noodles	Green pepper	Mixing	Serving
Raw ingredients	∞	4.6×10^{11}	8.5×10^{11}	8.5×10^4	9.1×10^3		
Cleaning	∞	- ^{a)}	6.9×10^b	-	2.6×10^z	5.1×10^z	6.5×10^3
Cutting	∞	1.9×10^b	1.2×10^b	ND ^{b)}	2.3×10^4		
Frying in oil	∞	2.8×10^4	2.6×10^3	ND	2.1×10^3		

a) not attained

b) not detected

(4) 대장균군 수

대장균군 수도 총균과 마찬가지로 볶기 이후는 아예 균이 나타나지 않았다.

Table 59. Coliforms at various phases in production flow

unit : CFU/g

	Onion	Boiled fish paste	Carrot	Chinese noodles	Green pepper	Mixing	Serving
Raw ingredients	5.5×10^z	6.7×10^1	1.2×10^b	ND ^{b)}	3.0×10^1		
Cleaning	3.4×10^z	- ^{a)}	6.3×10^4	ND	1.5×10^1	4.5×10^1	7.5×10^1
Cutting	1.3×10^z	8.8×10^z	9.3×10^4	ND	7.0×10^1		
Frying in oil	ND	ND	ND	ND	ND		

a) not attained

b) not detected

(5) 기기 및 용기

대장균의 검출이 많았으며, 이에 따른 시정조치가 필요했다.

Table 60. Total plate count and coliforms evaluation of food containers and equipment

	Working table	Serving dishes	Cutting board	Cutting knife	Worker's hands
TPC(CFU/g)	5.9×10^3	3.1×10^7	1.1×10^3	3.5×10^4	1.3×10^7
Coliforms(CFU/g)	8.2×10^3	ND ^{a)}	7.8×10^4	0.5×10^4	5.1×10^3

a) not attained

본 연구는 경상북도 경산에 소재한 농산물 소포장센터를 대상으로 1999년과 2000년에 걸쳐 2년간 위생관리 시스템 구축을 위한 연구를 실시하였다. 작업장과 조리 종사자의 위생습관과 작업장 배치도를 조사하였고, 그 곳에서 생산되고 있는 전처리 야채류의 생산 각 단계별 소요시간 및 온도상태, 음식과 사용되는 기구에 대한 미생물적 품질평가를 실시하여 HACCP 방법으로 위험요인을 분석하였다. 본 연구의 핵심은 CCP를 토출하여 이러한 형태의 위생관리체계를 구축하는데 있었으며 그 결과는 다음과 같다. 생산단계에서 원재료, 박피, 포장, 출고, 입고의 과정이 CCP로 결정되었으며, 이상의 지적된 CCP를 효율적으로 관리하여 위생적으로 안전한 식품의 생산을 위해서 다음과 같이 통제 관리 방안을 제안하고자 한다.

가. 작업환경의 개선

- (1) 작업장 바닥의 물기 제거에 더욱 세심한 주의가 필요했고, 쓰레기 처리통을 충분히 확보하여 쓰레기를 신속히 처리할 수 있도록 한다.
- (2) 작업장 청소와 작업대를 비롯한 사용 기구의 소독이 정기적으로 필요했으며, 소독온도와 시간에 따른 기준 설정, 소독제 사용에 대한 기준수칙이 마련 되어야 한다.
- (3) 작업장의 배치가 효율적으로 바뀌어야 하며, 원재료의 검수나 전처리과정을 실시할 수 있는 오염 작업 구역과 재료별 처리장의 구분이 반드시 필요하다.

나. 조리종사원 및 작업자의 위생교육

조리 종사자들의 위생 교육 실시가 시급하며, 정기 검진을 하는 것도 필요하다.

다. 생산공정 관리

- (1) 원재료는 육안으로 보기에 신선한 것으로 보였으나 실제로 미생물 분석시 기준치를 초과하는 것으로 나타났으므로, 신속한 유통 체계와 유통시 재료의 안전 기준 온도를 준수하는 공급자를 선정하고 검수시 보다 철저한 품질 검사가 이루어져야 한다.
- (2) 포장 시에 쓰이는 재료의 철저한 관리가 요구되며, 냉장 보관을 담당하는 관리자 필요성이 요구된다.

제4절 참고문헌

1. 계승희: 시판음식의 조리 단계별 HACCP설정을 위한 연구(II): 일품요리(냉면, 비빔밥)의 위해요인 분석, 한국식문화학회지, 10, 167 (1995)
2. 강영재: HACCP란 무엇인가, 식품과학과 산업, 26, 4 (1993)
3. NACMCF: HACCP principles for food production USDA, FSIS, Washington D.C, (1989)
4. 문주석: 식품위생법 해설: 식품위생관리 중심으로, 식품과학과 산업, 29, 22 (1996)
5. 보건복지부 고시 제 1996-75호. (1996)
6. 양재승: 식품의 안전성과 HACCP, 식품과학과 산업, 30, 172 (1997)
7. 강영재: HACCP제도를 활용한 단체급식 위생관리 실무, 수확사, 20 (1999)
8. Speck, M.L. , Compendium of Method for the Microbiological Examination of Food. 2nd ed., Washington D.C, American Public Health Association. (1984)
9. FDA, Bacteriological Analysis Manual. 5th ed. Washington D.C, AOAC (1987)
10. 한국식품공업협회, 식품공전, 730 (1994)
11. Solberg, M., Buckalew, J.J., Chen, C.M., Schaffner, D.W., O'Neill, K., McDowell, J., Post, L.S., and Boderck, M. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. Food Technol, 44(12), 68 (1990)
12. Harrigan, W.F. and McCance, M.E.: Laboratory Method in food and dairy microbiology. Academic Press INC, New York (1976)

<부록> 관련자료

농작물 최소가공시 품질 변화에 영향을 주는 요인은 농작물을 peeling, grating 및 shredding을 할 때 농작물의 저장기간은 몇 주 혹은 몇 달에서 냉장온도에서도 단지 1~3일 정도로 단축된다. 이와 같이 최소가공된 농작물의 수명이 단축되는 이유는 생리적인 노화, 생화학적 변화 및 미생물에 의한 부패 등에 기인하는 것으로 색깔, 조직감, 향미 등의 변화를 초래하게 된다. 왜냐하면 peeling이나 grating 작업 중 세포의 조직이 파열되고 산화효소와 같은 세포내의 산화효소 등이 유리되어 나오기 때문이다.

1. 생리적, 생화학적 변화

① polyphenol oxidase에 의한 갈변

최소가공 농작물의 품질변화에 영향을 주는 가장 중요한 효소로는 polyphenol oxidase로서 갈변을 일으킨다(3,5). 갈변이 일어나려면 산소, 산화효소, 구리 및 적절한 기질이 모두 존재해야 한다. 따라서 갈변을 방지하려면 이들 요소 중 한가지만 제거되어도 되면 갈변이 방지된다.

② lipoxidase

과산화반응을 촉매하는 lipoxidase는 악취를 내는 원인물질인 알데하이드, 케톤 등을 형성한다(5).

③ ethylene production

최소 가공시 에틸렌 생성이 증가하는데 에틸렌은 과일의 숙성을 촉진시키는 효소 생성에 연관이 있는 물질이다. 따라서 에틸렌 생성이 증가하면 썩은 과일을 연화시키는 작용을 한다(7).

④ respiration activity

최소 가공시 호흡활성도 1.2~7배까지 증가하며 농작물의 종류, 절단정도, 온도 등에 따라 그 이상 증가하게 된다(5,7). 따라서 포장조건이 혐기적이면 혐기적 호흡이 발생하며 이로 인해 에탄올, 케톤, 알데하이드 등이 생성된다(8)

2. 미생물적 변화

peeling, cutting, shredding 등의 처리를 할 경우 농작물의 표면이 공기에 노출되면서 박테리아, 효모, 곰팡이 등에 의한 오염에 가능성이 증가한다. Garg 등(9)에 따르면 공장내 오염의 주요 급원은 다진 상치와 콜슬로우(coleslaw)에 넣는 양배추를 준비하는 shredder에 의한다고 하였다(9). 표 2에는 여러 가지 야채를 최소가공시 사용한 기기에 의한 오염 정도를 나타내 주고 있다.

표 2. 야채를 최소가공할 때 사용기기에 따른 오염 정도의 영향

작업단위	채소명	APCX10 ⁴ /g	
		처리전	처리후
Shredder	양배추	2.0	78
	양상치	1.8	140
Slicer	양파	0.4	12
Peeler	당근	610	3.6
Centrifuge	채썬 양배추	63	68
Stick cutter(4 in)	껍질벗긴 당근	65	59
Water bath	시금치	160	78
Chlorinated ice water	당근 스틱	64	57
	채썬 양배추(자주)	96	110
	채썬 양상추	14	0.25
Conveyor belt	채썬 양배추	78	63
	컬리플라워	8.0	5.2

최소가공 농작물 중 특히 미생물적 변화가 쉽게 발생하는 종류는 약산성(pH 5.8-6.0)의 채소, 수분함량이 높은 채소 및 절단 표면적이 많은 채소 등이다(10). 농작물에서 발생하는 세균 종류는 다양하지만 신선한 잎채소에 많은 미생물군총으로는 *Pseudomonas*, *Erwinia* spp. 등으로 초기 균수는 10⁵ cfu/g 정도이다(5,10). 최소가공된 잎채소의 냉장보관 중에는 *Pseudomonas* 중 펙틴분해 균종에 의해 연화가 일어난다(5,10). 포장 내에 저장온도와 이산화탄소 농도가 증가하면 균총은 유산균 박테리아로 변하게 된다(9,11,12).

이태리(11,12,13)와 미국(9) 등지에서 상업적으로 최소가공된 생산품에 발생한 미생물 수에 대한 연구에 따르면 modified atmosphere에서 포장된 수우프에 함유된 야채에서 다양한 종류의 박테리아가 다량 발견되었다. 혐기성 박테리아가 10⁸ cfu/g,

coliform이 5.6×10^6 cfu/g, *Pseudomonas* spp.가 1.5×10^7 cfu/g, 유산균이 10^6 cfu/g이 함유되어 있었다(12). Manzano 등(12)은 야채 중에 함유된 초기 미생물총의 수가 높았던 이유는 기계, 환경, 인간과 자연에 의한 오염 등을 원인으로 추정하였다. 그외의 연구에 따르면 상업적으로 판매되는 야채샐러드에서도 10^8 cfu/g이 넘는 호냉성, 중온성 박테리아가 발견되었으며(11), 혼합샐러드 및 당근은 적색 혹은 녹색 칩커리에서 보다 더 많은 미생물이 발견되었다. 다수의 연구결과를 토대로 보면 부패의 화학적 지표(pH, 유산, 아세트산, 이산화탄소), 관능적 품질 및 총균수사이에 단순한 상관관계가 존재하지 않는 것으로 나타났으며(11,12), 그 이유는 원재료의 특징에 따른 차이 때문으로 생각된다(11).

3. 최소가공된 농작물의 안전성

최소가공된 농작물은 열처리를 하지 않기 때문에 첨가제를 사용하든 혹은 포장을 하였던 간에 냉장온도($\leq 5^\circ\text{C}$)에서 취급, 보관되어야 한다. 온도조건은 slicing grade 보다도 농작물의 호흡활성에 많은 영향을 미친다(7). 그러나 *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Sallamonella* spp., *Aeromonas hydrophila* 등의 병원균은 저온에서도 생장이 가능하므로 저온저장시 완전히 안전한 상태가 보장되는 것은 아니다(12,14). 그러므로 이들 최소가공 농작물의 미생물적 안전성 확보를 위한 체계적인 연구가 필요하며 특히 HACCP을 통한 위생관리 체제구축 및 GMP 적용은 미생물적 오염에 대한 위험제거에 결정적으로 중요한 것으로 판단된다(3,4,15).

4. 영양적 변화

많은 연구에서 최소가공 농작물의 market quality에 대해 관심을 모으고 있다(3). Market quality는 농작물의 색깔, 향미, 조직감을 객관적, 주관적 측정을 통해 결정되며 물론 미생물적 분석치도 고려된다. 그러나 최소가공 농작물의 영양가에 대한 정보는 전무후무한 실정이며 이에 대한 적극적 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

◆ 최소가공 농작물의 저장기간 및 안전성을 증진시키기 위한 방법

최소가공 농작물은 작업원리에 따라 다르게 제조된다. 표 3은 작업원리에 따른 최소가공 농작물 의 제조과정 요구도를 표시하고 있다. 만일 작업원리가 오늘 준비해서 내일 소비해야 하는 농작물이라면 아주 단순한 가공법을 이용하면 되고 대부분의 과일과 야채는 이러한 형태에 해당한다. 그러나 catering에 적합한 것이 소매에도 적합한 것은 아니므로 사업목적에 부합하는 형태로 최소가공되어야 할 것이다. 즉 농작물의 저장 수명이 며칠에서 일주일 혹은 더 길어야 할 경우 허들 개념(3,4,16)을 사용한 더욱 진보된 가공방법 및 처리를 해야 한다. 그러므로 최소가공에 적합한 원재료를 정확하게 선정하는 것이 무엇보다 중요하다.

1. 원재료

최소가공에 적합한 원재료와 가공요구도를 조화시키는데 관한 체계적인 연구는 전무후무하다(3). 그러나 최소가공을 위한 과일이나 야채는 우선 수세가 쉽고, 껍질제거가 용이하고 품질은 1등급으로 좋아야 한다. 올바르게 적절한 저장 및 가공전의 세심한 트리밍 작업이 전처리 야채의 품질유지에 결정적이다. 1991-1994년 중에 핀란드의 농림부에서 지원한 프로젝트(7)에서는 최고가공에 적합한 농산물 선정을 위해 8가지 다른 야채의 다양한 품종을 대상으로 실험을 실시한 결과 모든 야채가 최소가공에 적합한 것이 아니며 특히 당근, 감자, 순무와 양파의 경우 정확한 품종의 선택이 무엇보다 중요하다는 것이 밝혀졌다. 즉 가장 다즙성이 좋은 상태의 당근과 순무 품종은 몇일간의 저장기간을 유지해야하는 grated products에는 사용할 수 없다. 그 이외에도 기후, 토양, 농작 방법 등이 야채의 성질에 유의한 영향을 미친다.

2. 가공방법(peeling, cutting, shredding)

1) peeling

일부 야채나 과일은 최소가공을 위해 peeling이 요구된다. peeling방법에는 여러가지가 있으나 산업적인 규모에서는 회전하는 carborundum drums을 이용하는 기계적 방법이나, 화학적 혹은 고압증기 peeler를 사용할 수 있다. 가장 이상적인 peeling방법은 가능한한 부드럽게 실시하는 것이 좋다(4,17). 왜냐하면 당근의 껍질을 벗기게

되면 벗기지 않은 상태의 당근보다 호흡율이 15%까지 상승하였으며 abrasion peeling 을 고온상태 혹은 거친 상태 두가지 모두에서 실시하였을 때는 손으로 껍질을 제거하였을 때보다도 무려 2배이상 호흡율이 상승하였다. 게다가 abrasion peeling을 실시할 경우 수작업에 의한 peeling 때보다 미생물 성장률이 상승하였다. 한편 감자를 기계적으로 peeling을 실시하면 수작업에 의한 peeling 때 보다 감자의 갈변이 심각하게 발생하였으며 이의 방지를 위해서는 갈변방지제로 반드시 처리하여야 한다.

2) cutting and shredding

절단과 채썰는 작업을 실시할 경우 칼이나 칼날은 가능한한 날카로와야 한다. 양상치를 날카로운 blade slicing이나 rotary cutting을 하였을 때가 무딘 blade slicing이나 chopping을 실시하였을 때보다 품질이 우수하였다(18). 당근의 경우도 상업적인 슬라이싱 기계를 사용했을 때보다 razor blade를 사용했을 때에 미생물적, 관능적 품질이 더 우수하였다. 일반적으로 무딘 칼을 이용한 썰기작업을 할 경우 세포가 파열되어 상당량의 조직액이 유리되게 되므로써 품질의 보유가 어렵게된다. 따라서 썰기 작업시에는 mats와 blades는 소독할 수 있는 것을 사용하되 안전하게 설치하여 떨림에 의해 썰은 농작물 표면의 품질을 손상하는 것을 방지해야 한다.

3. Cleaning, washing, drying

모든 농작물은 가공전에 우선 흙, 진흙, 모래 등의 이물질을 제거하여야 한다. 이물질을 제거한 후 peeling, cutting 후 실시후에도 반드시 수세하여야 한다(3,4). 수세작업의 목적은 미생물이나 조직액을 제거하므로써 연이은 저장 중 미생물 성장과 효소적 산화를 방지하기 위함이다. 농작물의 수세작업을 실시할 때에도 흐르는 물이나 공기방울이 나오는 물에서 하는 것이 단순히 물에 담그는 것보다 효과적이다(18). 또한 수세에 사용되는 물도 미생물적, 관능적 품질이 우수하여야 하며 수온은 반드시 5°C이하를 유지하여야 한다. peeling이나 cutting 전에 사용하는 물의 양은 5-10L/kg, 후에는 3L/kg을 사용하도록 권장한다(15).

수세기 사용하는 물에 보존제를 첨가하면 미생물의 수를 감소시키고 효소작용을 지연시키므로써 제품의 저장기간과 관능적 품질을 모두 증진시킬 수 있다. 그러나 보

존제는 상업적 라인에서 제한적으로 사용되고 있으며 그 효과성에 대해서도 정보가 부족한 형편이다. 또한 염소계 화합물은 모든 나라에서 다 허용되어 있지도 않은 상황이다.

염소나 구연산은 100-200 mg/L가 최소가공한 농작물의 저장기간을 연장하는데 효과적인 것으로 나타났다(3, 6, 15, 17). 그러나 염소를 사용할 경우 야채는 반드시 껍질이 세척을 해야하며 염소의 사용이 효과적이 되기 위해서는 산성, 고온, 순수한 물 및 정확한 시간 등이 염수되어야 한다(3, 6).

최적 접촉시간은 염소농도 70mg/L일 경우 12-13초가 적합하다. 그러나 염소에 의한 소독이 일부 잎채소에서 호기적 미생물 수를 감소시키는 효과는 있으나 뿌리채소나 양배추에서도 반드시 효과적인 것은 아닌 것으로 나타났다(9, 15).

표 3. 작업원리에 따른 최소가공 농작물의 제조과정 요구도

작업원리	가공에 대한 요구도	소비자	5℃에서의 저장기간(일)	적절한 과일과 야채의 예
오늘 준비 내일 소비하는 형태	<ul style="list-style-type: none"> ●표준 주방위생 및 도구 ●peeled, shredded 농작물에 대해 과도한 수세금지 (감자는 예외) ●포장용기는 반환할 수 있는 것 무방 	catering industry, 음식점, 학교, 업체	1-2	대부분의 과일 및 야채
오늘 준비하고 소비자는 3-4일내에 소비하는 형태	<ul style="list-style-type: none"> ●소독 ●peeled, shredded 한 농작물을 적어도 물로 수세함 ●투과성 포장재 사용(감자는 예외) 	catering industry, 음식점, 학교, 업체	3-5	당근, 양배추, 아이스버그양상치, 감자, 근대뿌리, 산성 과일, 딸기
소매를 위한 농작물 형태	<ul style="list-style-type: none"> ●철저한 소독 ●peeled, shredded 농작물에 대해 연소나 산성수세 필요 ●투과성 포장재 (감자는 예외) ●첨가제 	catering industry, 음식점, 학교, 업체 및 소매점	5-7	당근, 배추, 자주색 양배추, 감자, 근대 뿌리, 산성 과일, 딸기류

4. 갈변 방지

과일과 야채를 최소가공시 주요 품질 문제는 바로 갈변이다. 갈변을 방지하기 위해 전통적으로 사용하는 sulfite제제는 기관지 천식환자에게 부작용을 초래하는 이유로 1990년에 FDA에 의해 그 사용이 금지되었으며 sulfite대체제에 대한 관심이 고조되고 있는 실정이다. sulfite의 대체제로서 감자처리시 구연산과 비타민 C를 혼합하거나 혹은 따로 쓰거나 potassium sorbate를 혼합하여 쓰는 방법이 있으며 사과와 경우 4-hexylresorcinol이 적합한 대체제로 제기되고 있다(3). Abrasion이나 고압증기에 의한 껍질제거시 감자를 구연산과 비타민 C의 가열용액으로 처리하였을 때 매우 효과적이었다(19). 감자 처리방법은 1% 비타민 C, 2% 구연산 용액을 45-55℃에서 5-20분간 가열 후 냉각하고 다시 4% 비타민 C + 1% 구연산 + 1% sodium acid pyrophosphate를 함유하는 갈변방지용액에서 5분간 담근다. 이러한 방식으로 감자를 처리하게 되면 단순히 갈변 방지제 처리만으로는 단지 3-4일만 갈변을 방지할 수 있었는데 반해 4℃에서 14일간이나 감자의 변색을 방지할 수 있었다.

갈변방지에 가장 좋은 방법으로 제시되고 있는 것은 “자연적” 방법을 쓰는 것이다. 즉 특별한 샐러드 성분을 다른 것과 혼합하는 방법이다. 신선한 사과 링의 갈변을 방지하기 위해 파인애플 주스를 사용한 결과 갈변 방지에 좋은 효과를 나타내었다(20). 감자를 peeling 전에 열처리(15℃에서 2주간)를 하면 다소 갈변을 방지할 수 있으며, 방지기전은 열처리 중 환원당의 수준이 감소되기 때문이다.

5. Modified atmosphere packaging(MAP)

포장은 농작물의 최소가공시 가장 마지막 단계로서 최소가공 농작물에 대한 포장방법의 연구는 대부분 MAP를 대상으로 하였다(8,14,21). MAP의 기본원리는 적절하게 투과성이 좋은 포장재를 사용하는 소극적인 방법과 투과성이 있는 포장재와 함께 특정한 가스 혼합물을 사용하므로써 완성될 수 있다. 두가지 방법의 목표는 포장내의 적절한 가스 균형을 형성하고 호흡활성은 가능한한 낮게 하는 것이며 가스 조성은 2-5% CO₂, 2-5% O₂, 나머지는 질소로 하는 것을 목표로 한다(21,22).

그러나 최소가공을 통한 ready-to-eat, ready-to-use상태의 농작물 생산에 있어 이와같은 목표를 달성하는 것은 가장 어려운 과제로서 주요문제가 되는 것은 시장에

유통되고 있는 포장재가 충분한 투과성을 지닌 것이 거의 없다는 것이다(22). 대부분의 포장 필름은 적절한 CO₂, O₂를 제대로 형성하지 못하며 특히 농작물의 호흡도가 높으면 더욱 그렇다. 이에 대한 해결책으로는 우선 혐기적 환경을 피하기 위하여 한정된 크기와 수의 미세한 구멍을 만드는 것이다(23). 이렇게 할 경우 grated carrots의 저장기간이 유의하게 향상되었다(15). 또다른 방법은 ethylene vinyl acetate 와 oriented polypropylene 과 저밀도 polypropylene을 혼합하여 사용하거나 polypropylene과 도자기성 물질을 혼합하는 것이 있다. 이 혼합물은 셀러드 포장에 많이 사용하는 포장재인 oriented polypropylene나 ethylene 보다 유의하게 가스 투과성이 높다. 이 포장 혼합물은 열처리에 의한 봉합에도 안정하며 구매가 된다. 이 혼합 포장재에 넣은 채썬 양배추와 다진 당근의 저장기간이 5℃에서 7-8일간이었으며 야채 가공업체에서 흔히 사용하는 oriented polypropylene보다 2-3일간 수명이 더 길었다(15).

그러나 포장과 최소가공된 농작물의 저장수명의 연장을 위한 많은 연구에서 보면 포장된 물질에 의한 호흡과 포장을 통한 호흡가스의 확산과의 상호작용이 있기 때문에 하나의 통일된 포장모델을 제시하는 것은 불가능하다. 또한 호흡만이 최소가공된 야채 및 과일의 품질에 영향을 미치는 것이 아니라 효소, 미생물적 활성, 뿐만아니라 에틸렌 등의 생성은 제품의 색깔, 이취, off-taste를 야기하기도 하므로 더 많은 연구가 수행되어야 할 줄 안다.

6. Moderate-vacuum packaging(MVP)

MAP방법 중의 한가지인 MVP는 호흡성이 있는 농작물을 대기압 40kPa하에서 공기가 통하지 않는 용기에 담고 4-7℃정도의 냉장온도에 저장한다. 이때 초기 가스 조성은 정상 공기의 조성(21% O₂, 0.04% CO₂, 78% N₂) 과 유사하나 부분 가스 압력은 더 낮아야 한다. 산소의 농도가 낮게 되면 대사능력이 저하되고 부패세균의 성장이 저하되어 농작물의 품질이 안정화 된다. MVP 방법으로 최소가공 농작물을 포장하였을 경우 채썬 사과, 채썬 토마토, 칩커리, 적색 벨페퍼의 미생물적 품질이 향상되었으며 살구와 오이의 관능적 품질도 좋아졌고 mung-bean sprouts와 절단한 야채 혼합물에서는 관능적, 미생물적 품질이 모두 증가하는 경향을 나타냈다(24). 또한 mung-bean sprout을

7°C에서 *Listeria monocytogene*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella typhimurium*, *Bacillus cereus* 등과 같은 미생물의 활성을 연구한 결과 활성이 손실되었다. 따라서 MVP에 의한 포장방법도 최소가공 농작물의 포장에 사용할 수 있는 가능성이 있는 것으로 생각된다.

7. Active packaging

Active packaging은 여러 가지 gas absorbent 와 emitter를 함유하는 포장방법으로 최소가공 농작물에 적용할 수 있는 또다른 포장 방법 중의 하나이다. 그러나 아직은 연구개발이 미흡한 상태로서 단지 소수의 연구만이 수행되었다. 이러한 포장방법을 사용하게 되면 호흡 활성, 미생물 활성 및 식물의 호르몬 활성등을 통제할 수 있음이 시사되었다.

8. Edible films and coatings

최소가공 농작물의 저장수명을 연장하기 위한 또다른 방법으로는 edible coating을 이용하는 것이다. Edible coating이란 소비자가 먹어도 무방한 재료의 얇은 막으로서 최신의 방법은 아니다. 이 방법은 이미 오래전에 12세기 중국에서 구연산 과일에 적용되어 왔었다. edible coating을 사용할 때의 장점은 수분손실의 감소, 산소투입의 제한, 휘발성 방향물질의 휘발 방지 및 탈색, 미생물 성장을 둔화시키는 첨가제의 전달 효과가 있다(25). 최소가공 농작물의 edible coating제로 기대되는 코팅제는 지방산의 sucrose polyesters와 carboxymethyl cellulose의 나트륨염, 셀룰로스 유도체, carrageenan, chitosan 등이 있으며 이들을 사용하였을 때 수분손실, 갈변, 절단된 채소 단면의 탈색 등이 방지되었다고 한다. 그러나 이 중 carragenan 이나 chitosan 은 아직 FDA의 승인을 기다리고 있는 상태이다.

◆ 안전성 유지를 위한 HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point)

1. HACCP의 정의

HACCP이라 불리는 Hazard Analysis Critical Control Point 제도는 보건복지부에서 “식품위해요소 중점관리 기준”으로 명명하였다. 이 제도는 식품의 위해요소 분석(Hazard Analysis)과 중점관리점(Critical Control Point)에서의 관리기준 설정 두 부분으로 이루어져 있는데, 식품위해요소란 식품의 안전과 관련하여 미생물의 바람직하지 않은 생존, 오염 및 증식을 말하며 이 위해요소를 파악한 다음 이들 위해요소를 제거하거나 감소시킬 수 있도록 관리할 수 있는 과정, 절차 및 장소를 중점관리점이라 한다. 그러므로 HACCP제도의 정의는 식품 가공·제조와 관련된 미생물적 위해요소를 공정 단계별로 파악하고 평가·사정하는 조직적 시도와 이들을 효과적으로 통제하는 수단이라 할 수 있다⁷⁾.

2. HACCP의 역사

HACCP 시스템이 개발된 역사적 배경을 살펴보면 40여년 전 영국의 화학공업분야에서 유래했으며 1950년대 이후 미원자력기구에서 원자력발전소 건설에 HACCP원리를 광범위하게 사용하여 방사능 누출사고나 결함 없는 원자로를 건설해 왔다. 그러나 식품에 응용된 것은 1960년대 유인 우주선 개발계획인 Gemini Project에서 NASA가 식품회사인 Pillsbury사에 용역을 주어 우주비행사들이 우주공간에서 업무 수행 중 먹을 수 있는 위생적으로 완전무결한 우주식량 개발방법을 모색하던 중 NASA 우주선 제작의 Zero Defects Program과 미육군 Natick Laboratories의 Mode of Failure Program을 활용하여 HACCP을 중심으로 하는 Total Quality control System을 구축, 성공적으로 우주식량을 개발하였다. 그 후 Pillsbury사는 자사의 전제품에 이 방식을 적용하여 제품을 생산하게 되었으며, 1970년대 초에 유관학회에 보고되어 위생관계자들의 관심을 집중시켰고, 이 후 학계와 업계의 많은 연구와 노력으로 대부분의 식품들에 대한 위해 요소 분석이 이루어지고 있으며 또 HACCP 전문 컨설팅업체도 생겨나면서 1980년대부터는 비교적 정형화된 대규모 식품공장부터 HACCP제도를 도입하기 시작하였다.

3. 한국의 HACCP

우리 나라에서도 1995년 12월 개정된 식품위생법에 HACCP제도가 도입되면서 보건복지부에서는 1996년 12월 5일 식품위해요소 중점관리기준을 확정·고시하였으며, 1996년 식육제품을 시작으로 1997년 어육연제품, 1998년 유제품, 1999년 냉동식품에 적용되고 있으며, 2000년부터는 식품전반에 확대할 계획이다.

4. 식품제조에서 HACCP제도의 적용 필요성

기존의 식품위생 관리방식에는 한계성이 있어 왔다. 식품위생법을 근거로 한 위생검열의 경우 법이나 규정 등은 애매모호한 용어로 되어있고 각기 다른 원료와 공정으로 다른 제품을 제조하는 공장들에게 세부사항까지 적용할 수 없어 가장 일반적이고 공통적인 기본사항들에 대한 요구를 하게 되며 때로는 특정 업소에는 불필요한 것까지 설비하도록 요구하기도 한다. 그리고 법 집행에 있어서도 단시간에 방문한 검열관의 판단과 재량에 의해 위생점검이 이루어지므로 문제점이 간과되거나 묵인될 여지도 많다. 공장에 따라 자체 검열관을 임명, 위생검열을 실시하기도 하나 많은 경우 검열관과 작업자간의 마찰, 책임문제, 예산 문제 등으로 효과적인 운영이 어렵다.

다른 방법으로는 제조된 완제품의 위생상태를 알아보기 위하여 시료를 채취하여 특정한 미생물의 존재나 수를 확인하여 안전여부를 결정할 수 있으나 이 방법에는 시료채취의 방법과 시료 수, 미생물 검출에 소요되는 시간, 방법, 경비에 대한 어려움이 있다. 또 다른 방법으로는 대부분의 식품공장이 자체 품질관리 부서를 두고 품질분석을 통해 제품의 정형화를 유도하지만 이러한 Quality Control(QC) 프로그램은 제품 표준과의 편차를 감소시키는데 주된 목적이 있으므로 위생적으로 완전한 제품제조가 이루어지기는 어렵다. 그리고 QC를 잘하려면 위생점검과 완제품 분석도 병행해야 하므로 QC를 통해서 무결함 제품을 제조하기는 어렵다고 본다. 이와같은 기존 위생관리 시스템 방법을 보완할 수 있도록 HACCP제도가 설계되어 있어 안전보증 시스템으로 식품분야에서 인정받고 있다.

5. HACCP 제도의 7 원칙

(1) 원칙 1 : 위해분석(HA)

위해는 인체 섭취에 불안정한 식품이 되게하는 생물학적, 화학적 혹은 물리적 요인들로 정의되어 왔다. 위해분석은 HACCP 계획을 개발하는데 가장 중요한 단계 중의 하나이다. HACCP 팀은 위해분석을 수행하고 중요한 위해가 발생할 수 있는 공정 중의 각 단계를 확인해야만 한다. 중요한 위해들은 그들의 예방, 제거, 허용 수준으로의 감소 혹은 관리가 안전한 식품생산에 필수적인 성질을 가지고 있어야 한다. HACCP 팀은 위해가 중요한지의 여부를 결정하기 위한 척도로써 위험도(risk)와 그 위험의 중대성에 초점을 맞추어야 하며, 위험도는 문제 발생 가능성이다. 위험도에 대한 평가는 일반적인 경험, 역학적인 자료, 그리고 기술적인 문헌 정보들을 기초로 하여 이루어져야 한다. 위험도의 중대성은 위해가 충분히 관리되지 않을 때 소비자에게 일어나 수 있는 잠재적 결과의 크기를 의미한다. 중요하지 않거나 가능성이 없을 것으로 보이는 위해들은 HACCP 계획에서 더 이상 고려대상이 아니다.

(2) 원칙 2 : CCP설정

CCP는 식품 안전성에 대한 위해요소가 예방, 제거, 감소되거나 허용가능한 수준까지 감소될 수 있도록 하기 위해서 적절한 관리가 적용될 수 있는 시점, 단계 혹은 절차로 정의된다. 위해분석 동안 확인된 각종 정보는 HACCP 팀으로 하여금 공정중의 어느 단계가 CCP인지 확인할 수 있도록 하여야 한다. CCP 결정계통수는 어느 특정 단계에서 확인된 위해가 CCP인지 여부를 결정하는 데 이용된다.

(3) 원칙 3 : 관리기준의 설정(CL=허용한계)

허용한계는 CCP와 관련된 각 예방방법을 충족시켜주는 판단기준이다. 따라서 CCP와 안전성의 경계로서 제공되는 그 한계기준 사이에는 직접적인 관련성이 있다. 한계기준은 관리 기준, 지침, 과학적 문헌, 실험적 연구, 그리고 경험자의 조언과 같은 자료로부터 얻어질 수 있다. 한계기준은 안전한 생산제품을 공급하는데 이용할 수 있는 최적의 정보에 기초하면서도 현실적으로 적용될 수 있어야만 한다.

(4) 원칙 4 : 모니터링 방법의 설정

(5) 원칙 5 : 개선 조치의 설정

(6) 원칙 6 : 검증방법의 설정

(7) 원칙 7 : 기록의 유지관리

6. HACCP제도의 한계점

첫째, 파악된 위해요소에 대해서만 관리가 가능한 것으로 위해요소 분석시 파악되지 않았거나 전혀 기대하지 못했던 위해요소에 대해서는 기준설정, 검색방법 등이 수립되지 않았으므로 관리대상에서 누락될 수 있다.

둘째, 중점관리점 중에서 실시간 모니터링과 관리가 가능한 중점관리점이 아닐 경우 완전한 안전을 전적으로 보장할 수 없다. 종사원의 개인위생, 특히 손관리가 여기에 해당되는 것으로 일부에서는 이를 중점관리점으로 인정하지 않는 사람도 있다.

따라서 HACCP제도를 수립하는 사람들의 해당식품에 대한 통찰력과 위해요소 분석이 얼마나 중요한가를 알 수 있으며 종사원의 작업형태에 의하여 좌우되므로 효과적인 교육 훈련이 대단히 중요하다.